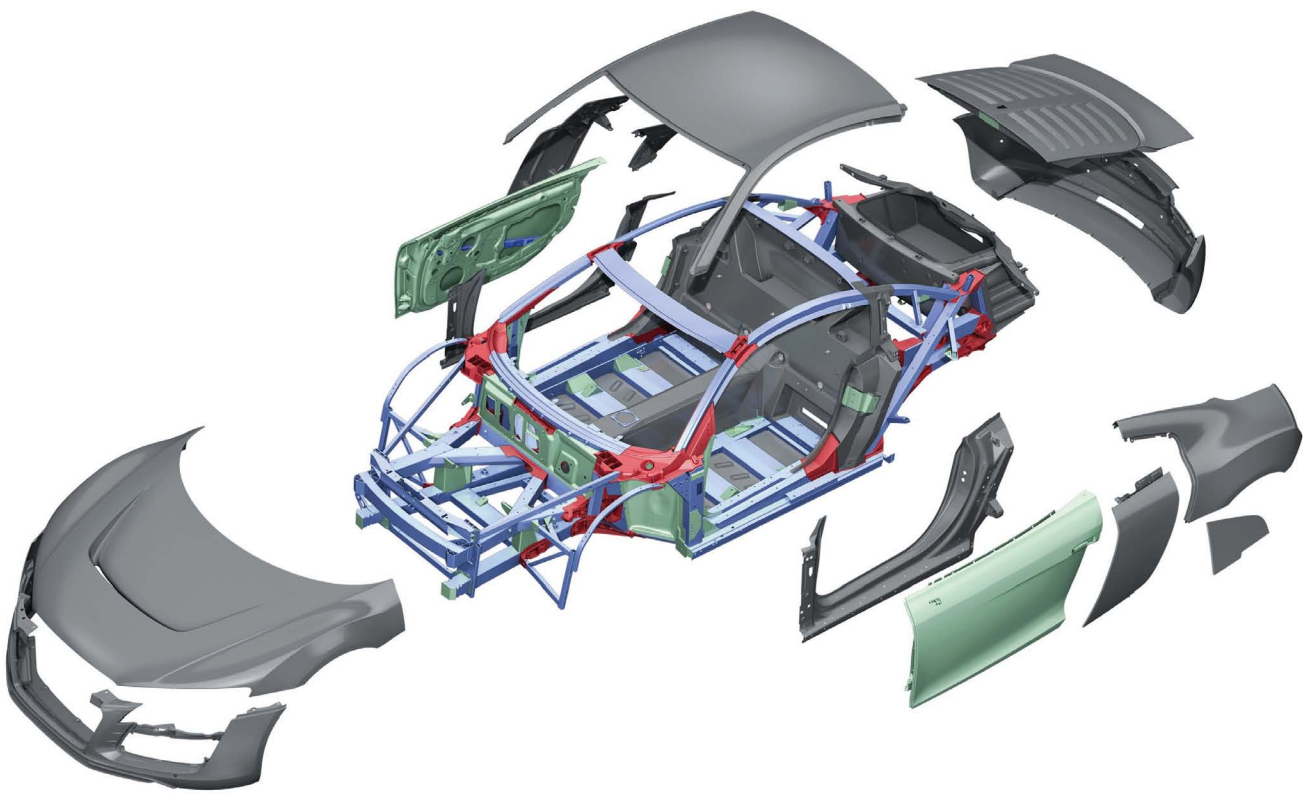
3.ª edición

Elementos amovibles y fijos no estructurales

TOMÁS GÓMEZ MORALES • JOSÉ MARTÍN NAVARRO
JOSÉ LUIS GARCÍA JIMÉNEZ • EDUARDO ÁGUEDA CASADO



AUTOMOCIÓN

Paraninfo
ciclos formativos

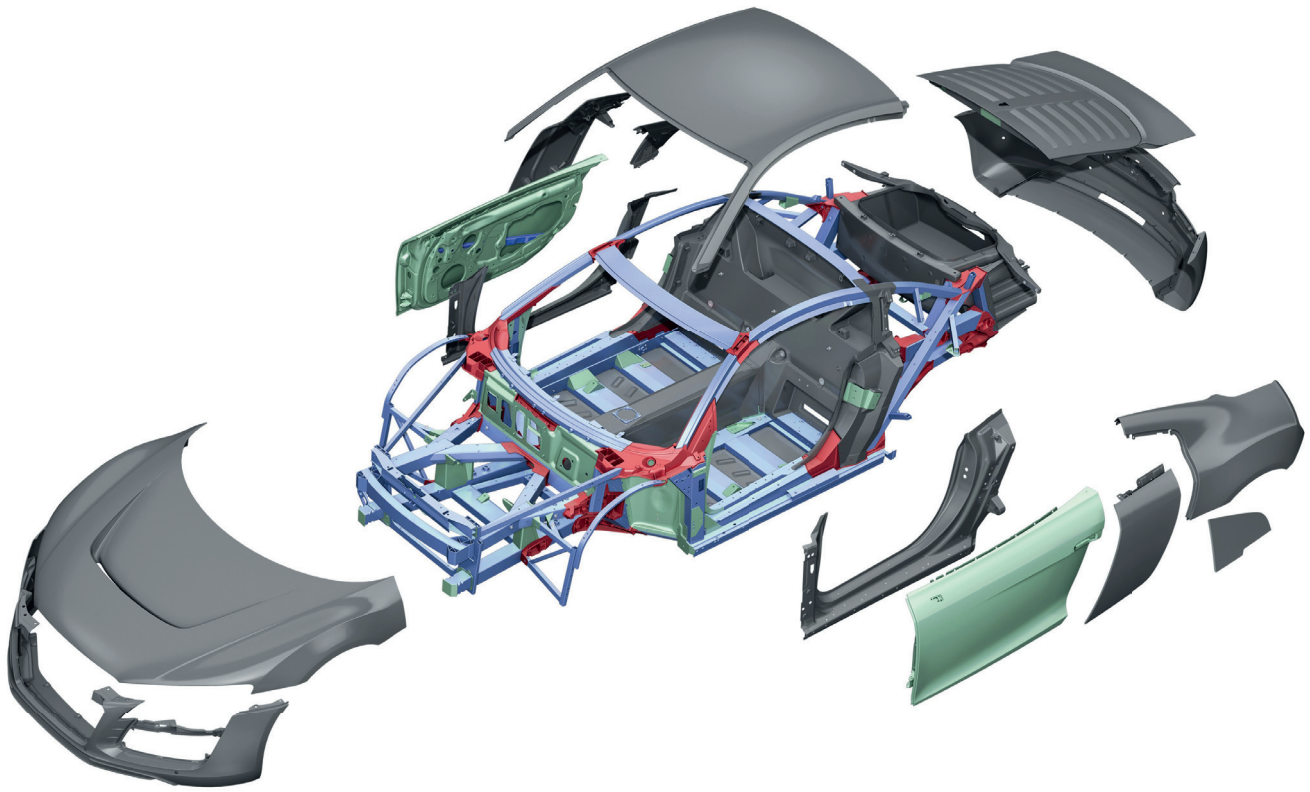
Elementos amovibles y fijos no estructurales

TOMÁS GÓMEZ MORALES • JOSÉ MARTÍN NAVARRO
JOSÉ LUIS GARCÍA JIMÉNEZ • EDUARDO ÁGUEDA CASADO

3.ª edición

Elementos amovibles y fijos no estructurales

TOMÁS GÓMEZ MORALES • JOSÉ MARTÍN NAVARRO
JOSÉ LUIS GARCÍA JIMÉNEZ • EDUARDO ÁGUEDA CASADO



AUTOMOCIÓN

Paraninfo
ciclos formativos

Paraninfo

Elementos amovibles y fijos no estructurales

© Tomás Gómez Morales, José Martín Navarro, José Luis García Jiménez
y Eduardo Águeda Casado

Gerente Editorial
María José López Raso

Equipo Técnico Editorial
Alicia Cerviño González
Paola Paz Otero

Editora de Adquisiciones
Carmen Lara Carmona

Producción
Nacho Cabal Ramos

Diseño de Cubierta
Ediciones Nobel

Preimpresión
Copibook, SL

Reservados los derechos para todos los países de lengua española. De conformidad con lo dispuesto en el artículo 270 del Código Penal vigente, podrán ser castigados con penas de multa y privación de libertad quienes reprodujeren o plagiaren, en todo o en parte, una obra literaria, artística o científica fijada en cualquier tipo de soporte sin la preceptiva autorización. Ninguna parte de esta publicación, incluido el diseño de la cubierta, puede ser reproducida, almacenada o transmitida de ninguna forma, ni por ningún medio, sea este electrónico, químico, mecánico, electro-óptico, grabación, fotocopia o cualquier otro, sin la previa autorización escrita por parte de la Editorial.

Todas las marcas comerciales mencionadas en este texto son propiedad de sus respectivos dueños.

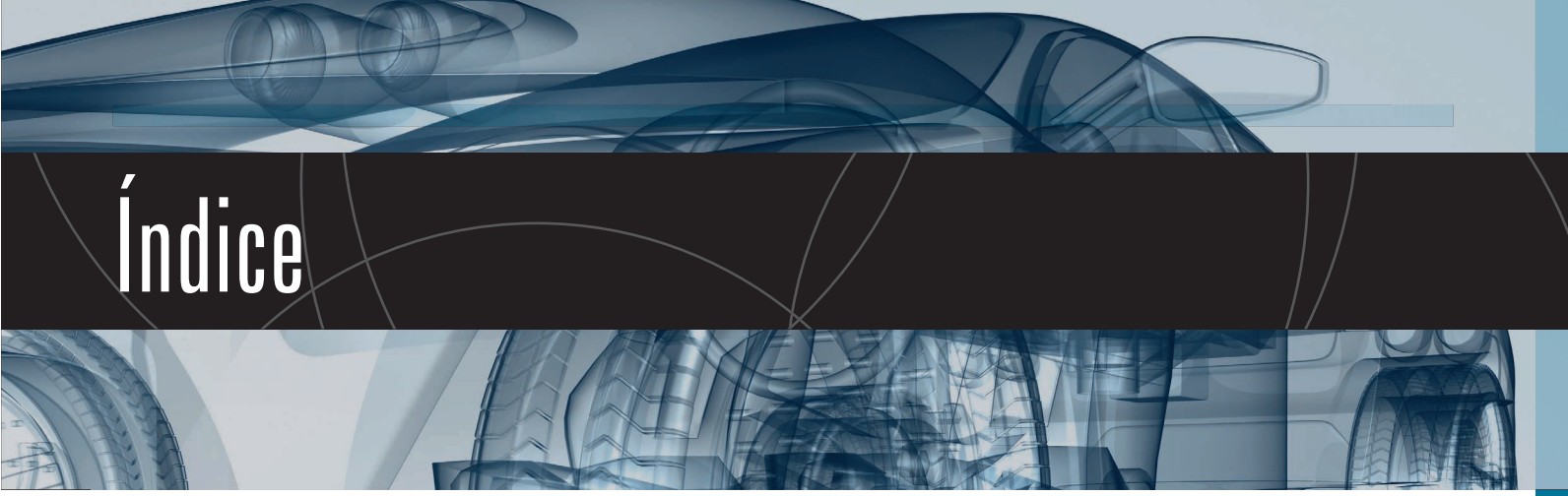
COPYRIGHT © 2016 Ediciones Paraninfo, SA
3.ª edición, 2016

C/ Velázquez 31, 3.° Dcha. / 28001 Madrid (ESPAÑA)
Teléfono: 902 995 240 / Fax: 914 456 218
clientes@paraninfo.es / www.paraninfo.es

ISBN: 978-84-283-3843-1
Depósito legal: M-25733-2016

(13735)

Impreso en España / *Printed in Spain*
Gráficas Eujoa (Meres, Asturias).



Índice

Prólogo XV

1. Representaciones gráficas 1

Introducción 2

1.1. El dibujo técnico 2
1.1.1. Clases de dibujos 2
1.1.2. Desarrollo secuencial para la realización de un dibujo técnico 2

1.2. Normalización 3
1.2.1. Formatos de dibujo 4
1.2.2. Plegado de planos 6
1.2.3. Clases de líneas empleadas en el dibujo industrial 7
1.2.4. Rotulación 8
1.2.5. Escalas 9

1.3. Acotaciones 11
1.3.1. Elementos de acotación 11
1.3.2. Signos de acotación 12
1.3.3. Normas de acotación 13

1.4. Sistemas de representación de piezas 14
1.4.1. Sistema diédrico 14
1.4.2. Perspectiva 16

1.5. Croquizado 19
1.5.1. Pasos a seguir para la realización de un croquis 20
1.5.2. Toma de medidas 20

1.6. Cortes y secciones 20
1.6.1. Diferencia entre corte y sección 20
1.6.2. Pasos a seguir para la ejecución de un corte 21
1.6.3. Clases de corte 21
1.6.4. Roturas 22
1.6.5. Representación de secciones de materiales 22

1.7. Especificaciones superficiales 22
1.7.1. Símbolos utilizados en la indicación de los estados superficiales 23
1.7.2. Especificación convencional de las superficies 24
1.7.3. Indicaciones escritas para las distintas clases de superficies 25
1.7.4. Indicación de superficies en los dibujos 26

1.8. Tolerancias de medida 26
1.8.1. Ajustes 27
1.8.2. Objeto de tolerancias dimensionales 27
1.8.3. Tolerancias geométricas 28

1.9. Dibujo asistido por ordenador 29

1.10. Simbología aplicada a los procesos de reparación de carrocerías 30
1.10.1. Pictogramas de operaciones específicas 30
1.10.2. Pictogramas de útiles, herramientas e información complementaria 32

Cuestiones 36

Actividades propuestas 38

2. Operaciones basicas de mecanizado a mano 39

Introducción 40

2.1. Trazado 40
2.1.1. Útiles de trazado 40
2.1.2. Instrumentos auxiliares para el trazado 41
2.1.3. Diferentes tipos de trazado 42

© Ediciones Paraninfo

2.1.4. Proceso del trazado 43
2.2. Técnicas de corte con arranque de viruta. Serrado 44
2.2.1. La hoja de sierra 44
2.2.2. El arco 46
2.2.3. Técnica de serrado 47
2.2.4. Otras herramientas de serrado 48
2.2.5. Recomendaciones y cuidados en el uso de las hojas de sierra 49
2.3. Limado 49
2.3.1. Limas 49
2.3.2. Técnica de limado 52
2.3.3. Distintas clases de limado 53
2.3.4. Cuidados y seguridad de las limas 54
2.4. Taladrado 55
2.4.1. Brocas 56
2.4.2. Tipos de brocas 57
2.4.3. Taladradoras 59
2.4.4. Técnica de taladrado 61
2.4.5. Parámetros de la operación de taladrado 62
2.4.6. Normas de seguridad e higiene en el taladrado 63
2.5. Escariado 63
2.5.1. Escariadores 63
2.5.2. Técnica de escariado 64
2.5.3. Consideraciones sobre el uso de los escariadores 65
2.6. Roscado 65
2.6.1. Características de las roscas 66
2.6.2. Identificación y medición de las roscas 66
2.6.3. Cálculos del roscado 67
2.6.4. Útiles de roscado 67
2.6.5. Técnica de roscado manual de un tornillo o espárrago 69
2.6.6. Técnica de roscado manual de un taladro 69
Cuestiones 72
Actividades propuestas 74

3. Instalaciones y equipamiento de un taller de carrocería. Prevención de riesgos 75

Introducción 76
3.1. Instalaciones y dependencias 76
3.1.1. Exposición 77
3.1.2. Oficinas y despachos 77
3.1.3. Sala de espera de clientes 77
3.1.4. Zona de recepción de vehículos 77
3.1.5. Zona de entrega de vehículos 77
3.1.6. Zona de lavado y acondicionamiento 77
3.1.7. Área de recambios 78
3.1.8. Área de almacén 78
3.1.9. Área de carrocería 78
3.1.10. Área de reparación de carrocerías de aluminio 78
3.1.11. Área de mecánica (desmontajes y montajes) 78
3.1.12. Área de preparación y aplicación de pintura 79
3.2. Infraestructura necesaria 80
3.2.1. Condiciones constructivas del local 80
3.2.2. Iluminación 80
3.2.3. Instalación eléctrica 81
3.2.4. Instalación contra incendios 81
3.2.5. Red neumática 81
3.2.6. Sistema de aspiración de gases y ventilación 88
3.2.7. El puesto de lijado 89
3.3. Características del equipamiento 90
3.3.1. Máquinas eléctricas 90
3.3.2. Máquinas neumáticas 91
3.3.3. Herramienta manual 91
3.3.4. Elementos auxiliares 93
3.4. Mantenimiento de las herramientas 96
3.4.1. Mantenimiento de las herramientas de mano 96
3.4.2. Mantenimiento de las herramientas neumáticas 96
3.4.3. Mantenimiento de las herramientas hidráulicas 97
3.4.4. Mantenimiento de las herramientas eléctricas 97
3.5. Prevención de riesgos laborales. Riesgos inherentes a las actividades de un taller de carrocería 97
3.5.1. Ley de Prevención de Riesgos Laborales 98
3.5.2. ¿Quiénes son los interesados en cumplir la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y por qué? 98
3.5.3. ¿Qué actitud se debe tomar? 99
3.5.4. Recomendaciones generales 99

© Ediciones Paraninfo

3.5.5. ¿Cuáles son los riesgos que hay en el taller de carrocería? 99
3.5.6. Conclusión 104
3.5.7. Equipos de protección individual 105
3.5.8. Equipo de protección personal 105
3.6. El automóvil y el medio ambiente 105
Cuestiones 108
Actividades propuestas 109

4. Identificación de sistemas de carrocería y sus componentes 111

Introducción 112
4.1. Identificación del vehículo 113
4.1.1. Placa del constructor 114
4.1.2. Número de identificación del vehículo (VIN) 114
4.1.3. Otras placas de identificación 117
4.2. Tipos de carrocerías 118
4.2.1. Chasis y carrocería desmontable 118
4.2.2. Carrocería autoportante 119
4.3. Tipos de vehículos según la distribución de espacios interiores 120
4.4. Tipos de vehículos según su forma 121
4.4.1. Turismos 121
4.4.2. Vehículos industriales 124
4.4.3. Vehículos especiales 126
4.5. Elementos que constituyen una carrocería 127
4.5.1. Paneles exteriores 129
4.5.2. Armazón delantero 130
4.5.3. Armazón central y trasero 131
4.5.4. Armazón del piso 133
Cuestiones 134
Actividades propuestas 136

5. Uniones desmontables (amovibles) 137

Introducción 138
5.1. Uniones atornilladas 139
5.1.1. Clasificación de las roscas 140
5.1.2. Tornillos 141
5.1.3. Tuercas 146
5.1.4. Elementos complementarios en las uniones atornilladas 147
5.1.5. Uniones atornilladas en carrocerías de aluminio 150
5.1.6. Incidencias habituales en las intervenciones sobre las uniones atornilladas 150
5.1.7. Recomendaciones de seguridad e higiene en las intervenciones sobre ensamblajes atornillados 156
5.2. Uniones remachadas 157
5.2.1. Tipos de juntas 158
5.2.2. Remaches 158
Proceso de remachado con remaches de tracción 160
Proceso de remachado pegado 161
5.2.3. Remachado estampado 162
Proceso de desmontaje de un remache estampado 163
Proceso de reparación de un remache estampado 164
5.2.4. Tuercas remachables 164
Proceso de reparación insertando tuercas remachables 164
5.3. Uniones articuladas 166
5.3.1. Pernos 166
5.3.2. Pasadores 166
5.4. Uniones realizadas con otros elementos de sujeción 167
5.4.1. Anillos de seguridad 167
5.4.2. Seguros 167
5.4.3. Presillas 168
5.4.4. Chavetas y tornillos de bloqueo (fiadores o prisioneros) 168
5.4.5. Rótulas 168
5.4.6. Juntas cardan 169
5.4.7. Juntas homocinéticas 170
5.4.8. Rodamientos 170
5.4.9. Uniones elásticas 171
5.4.10. Uniones eléctricas 171
5.5. Uniones pegadas (no estructurales) 172
5.5.1. Adhesivos en espray 172
Proceso de utilización de los adhesivos en espray 173
5.5.2. Adhesivos de base acuosa 173
5.5.3. Colas universales 173
5.5.4. Otros productos adhesivos 174
5.6. Otros sistemas de unión 176
5.6.1. Abrazaderas y bridas 176
5.6.2. Grapas 177
5.6.3. Sistemas de cierre Dual Lock 177
Cuestiones 180
Actividades propuestas 182

© Ediciones Paraninfo

6. Elementos amovibles 183

Introducción 184

6.1. Puertas 184
6.1.1. Constitución 185
6.1.2. Desmontaje 187
6.1.3. Despiece 189
6.1.4. Montaje y ajuste de la puerta 199

6.2. Capó 201
6.2.1. Constitución 202
6.2.2. Desmontaje 202
6.2.3. Despiece 203
6.2.4. Montaje y ajuste del capó 205

6.3. Portón trasero 207
6.3.1. Constitución 207
6.3.2. Desmontaje 208
6.3.3. Despiece 209
6.3.4. Montaje y ajuste del portón 211

6.4. Tapa de maletero 212
6.4.1. Constitución 213
6.4.2. Desmontaje 213
6.4.3. Despiece 214
6.4.4. Montaje y ajuste de la tapa 214

6.5. Aletas delanteras 216
6.5.1. Desmontaje 216
6.5.2. Montaje 217
6.5.3. Ajuste 217

6.6. Frente delantero 218
6.6.1. Desmontaje 219

6.7. Paragolpes 220
6.7.1. Paragolpes delantero. Constitución 221
6.7.2. Paragolpes trasero. Constitución 221
6.7.3. Desmontaje del paragolpes 222
6.7.4. Montaje y ajuste 223

6.8. Techo practicable 223
6.8.1. Techo abrible 224
6.8.2. Techo replegable 227
6.8.3. Techo escamoteable (capota) 230
6.8.4. Montaje de un techo solar 231
Proceso de montaje de un techo solar 232

6.9. Estanqueidad 236
6.9.1. Ajustes en los montajes 236
6.9.2. Juntas de estanqueidad 237
6.9.3. Localización de ruidos 237
6.9.4. Localización de filtraciones de agua 237
6.9.5. Reparación de las fisuras 239

6.10. Panel de instrumentos 239
6.10.1. Constitución 240
6.10.2. Desmontaje 240
6.10.3. Montaje y ajuste 243

6.11. Asientos 243
6.11.1. Regulaciones 246
6.11.2. Desmontaje de los asientos 247
6.11.3. Despiece 248
6.11.4. Elementos complementarios 249

6.12. Revestimientos interiores 250
6.12.1. Consideraciones generales 251
6.12.2. Revestimiento de techo 252
6.12.3. Otros revestimientos 254

6.13. Elementos exteriores 255
6.13.1. Molduras 255
6.13.2. Elementos de personalización 258
6.13.3. Logotipos 259
6.13.4. Láminas adhesivas 259
6.13.5. *Tuning* 259

Cuestiones 261

Actividades propuestas 262

7. Lunas 263

Introducción 264

7.1. El vidrio 265
7.1.1. Composición 265
7.1.2. Características 265
7.1.3. Formas de los vidrios 266
7.1.4. Tipos de vidrios 266
7.1.5. Proceso de fabricación 271
7.1.6. Identificación de lunas 272
7.1.7. Acristalamiento del automóvil 273

7.2. Lunas calzadas 275
7.2.1. Desmontaje de lunas calzadas 275
7.2.2. Montaje de lunas calzadas 276

7.3. Lunas pegadas 278
7.3.1. Desmontaje de lunas pegadas 278
7.3.2. Adhesivos utilizados en el pegado de lunas 282
7.3.3. Productos complementarios en las uniones adhesivas 285
7.3.4. Montaje de lunas pegadas 285
7.3.5. Seguridad e higiene 293

7.4. Reparación de lunas laminadas 294
7.4.1. Identificación de los daños en el parabrisas 295
7.4.2. Equipo de reparación 296

© Ediciones Paraninfo

7.5. Lunas tintadas 296
7.5.1. Mantenimiento de las láminas solares 297
Proceso de sustitución de una luna parabrisas 298
Proceso de reparación de una luna laminada 306
Proceso de instalación de láminas solares 308
Cuestiones 312
Actividades propuestas 314

8. Reparación de elementos metálicos 315

Introducción 316
8.1. Elementos de la carrocería 316
8.1.1. Conceptos previos 318
8.1.2. Materiales más empleados en la carrocería del automóvil 323
8.2. Fabricación de la carrocería 326
8.3. Reparación de la carrocería 330
8.4. Útiles del chapista 330
8.4.1. Herramientas de percusión 330
8.4.2. Herramientas pasivas 332
8.4.3. Útiles auxiliares 333
8.4.4. Equipos hidráulicos y neumáticos 334
8.4.5. Equipos para la retracción de la chapa 335
8.4.6. Aplicaciones del equipamiento para el repaso de chapa 335
8.4.7. Particularidades de los equipos y útiles empleados en la reparación del aluminio 336
8.5. Análisis de daños en elementos metálicos 337
8.6. Diagnóstico de anomalías 337
8.6.1. Mediante la detección visual 337
8.6.2. Mediante la apreciación al tacto 338
8.6.3. Mediante peines de formas 338
8.6.4. Mediante el repaso con la garlopa 338
8.7. Tipos de abolladuras según su origen 339
8.7.1. Abolladura directa 339
8.7.2. Abolladura indirecta o estructural 339
8.8. Niveles de reparación en elementos metálicos 340
8.9. Tratamientos aplicados en la reparación de la chapa en zonas accesibles 343
8.9.1. Tratamiento en frío 343
8.9.2. Tratamiento con aplicación de calor 343
8.10. El desabollado 343
8.10.1. Desabollado indirecto 344
8.10.2. Desabollado directo 344
8.10.3. Desabollado en falso 344
8.11. Operaciones básicas del chapista sin aplicación de calor 345
8.11.1. Aplanado 345
Proceso de aplanado 345
8.11.2. Estirado 345
Proceso de estirado 346
8.11.3. Recalcado o recogido 346
8.11.4. Batido 346
Proceso de desplazamiento de la chapa mediante el batido 347
8.12. Técnica para la reparación en frío 347
8.12.1. Desarrollo de un proceso general 347
8.12.2. Particularidades de la reparación de los paneles de aluminio 348
Proceso de desabollado de un panel de aluminio 349
8.12.3. Precauciones en la reparación de zonas accesibles 350
8.13. Reparación con aportación de calor 351
8.13.1. Equipos de calentamiento con transformadores de corriente 351
8.13.2. Equipos de aportación de calor por inducción 351
8.13.3. Recogido de la chapa 352
Proceso de recogido con aportación de calor y batido de refuerzo 353
8.13.4. Técnica de reparación con aplicación de calor 354
8.13.5. Particularidades de la aplicación de esta técnica sobre paneles de aluminio 355
8.13.6. Normas de seguridad e higiene 356
8.13.7. Precauciones en la reparación con aportación de calor 357
8.14. Reparación de elementos metálicos en zonas con difícil acceso y zonas cerradas 357
8.15. Técnicas y medios utilizados en la reparación de daños en zonas no accesibles 358
8.16. Técnicas de desabollado mediante elementos soldados 358
8.16.1. Soldadura multifunción 358
8.16.2. Martillo de inercia 361
8.16.3. Operaciones que se pueden realizar con equipos multifunción 361

© Ediciones Paraninfo

Proceso para la extracción de una abolladura con máquina multifunción 362
8.16.4. Particularidades en la reparación de paneles de aluminio con equipos multifunción 364
8.16.5. Precauciones para la utilización de esta técnica 364
8.17. Equipos de retracción de elementos soldados con sistema de palancas 364
Proceso para la restauración de una superficie mediante sistema de palancas 366
8.17.1. Otros ejemplos de aplicación de elementos soldados por sistema de palancas 369
8.17.2. Normas de seguridad e higiene 370
8.18. Desabollador neumático 370
8.18.1. Descripción del equipo desabollador neumático 370
8.18.2. Operaciones donde son especialmente útiles estos equipos 371
8.18.3. Fases de trabajo del desabollador neumático 372
Proceso para la extracción de una abolladura con desabollador neumático 373
8.18.4. Precauciones a tener en cuenta a la hora de trabajar con estos equipos 375
8.19. Técnicas de desabollado sin deterioro de pintura 375
8.20. Ventosas convencionales y neumáticas 375
8.20.1. Descripción de las ventosas neumáticas con sistema de inercia 376
Proceso de extracción de una abolladura con ventosas 376
8.21. Ventosas adhesivas 377
Proceso para la extracción de una abolladura por sistema de ventosas adhesivas 378
8.22. Equipo de varillas y barras de desabollar sin deterioro de la pintura 381
8.22.1. Consideraciones previas a la reparación 382
Proceso para la restauración de deformaciones hacia el interior del vehículo por sistema de varillas ... 383
8.22.2. Precauciones a tener en cuenta en la reparación con varillas 385
8.23. Equipo *ding puller* 385
Proceso de extracción de un daño leve con equipo *ding puller* 386
8.24. Reparación mediante arandelas adhesivas y palancas 389
Proceso de reparación para la extracción de una abolladura mediante arandelas adhesivas y palancas 390
8.25. Reparación mediante equipos de inducción 392
Proceso de extracción de un daño leve con equipo de inducción 392
8.26. Reparación de una abolladura mediante la aplicación de calor y frío 393
Proceso de reparación de una abolladura mediante la aplicación de calor y frío 393
8.27. Cuadro sinóptico de los procesos de reparación de elementos metálicos 395
8.28. Tratamiento de igualación de superficies 396
8.28.1. Productos 396
8.29. Relleno con aleación de estaño-plomo 397
8.29.1. Descripción del equipo, herramientas y materiales necesarios en la reparación 397
Proceso para la reparación con estaño-plomo 399
8.29.2. Precauciones a tener en cuenta al utilizar la técnica del estaño-plomo 401
8.29.3. Normas de seguridad e higiene 402
8.30. Nuevos productos de relleno como alternativa al estaño-plomo 402
8.31. Seguridad y salud laboral. Riesgos inherentes al área de reparación de elementos metálicos 404
8.31.1. Riesgos inherentes a la reparación de elementos metálicos 404
8.31.2. Riesgos inherentes a las operaciones con soldadura blanda 406
Cuestiones 407
Actividades propuestas 409

9. Materiales plásticos utilizados en el automóvil. Reparación 411

Introducción 412
9.1. Los plásticos y el automóvil 412
9.1.1. Aplicaciones y justificación 413
9.2. Producción de los materiales plásticos 415
9.2.1. Polimerización 415
9.2.2. Policondensación 416
9.2.3. Poliadición 416

© Ediciones Paraninfo

9.3. Tipos y aplicaciones de los plásticos en el automóvil 416
9.3.1. Termoplásticos 417
9.3.2. Termoestables o termoendurecibles 420
9.3.3. Elastómeros 422
9.4. Aditivos 424
9.5. Procesos de conformado en los termoplásticos 425
9.5.1. Procesos de conformación 425
9.5.2. Conformado por estampación 425
9.5.3. Conformado por molde giratorio 426
9.5.4. Extrusión 426
9.5.5. Extrusión soplada 427
9.5.6. Inyección 427
9.5.7. Calandrado 428
9.5.8. Espumación 429
9.6. Proceso de conformado en los termoestables (termoendurecibles) 429
9.6.1. Generalidades 429
9.6.2. Material de refuerzo 429
9.6.3. Consideraciones 430
9.6.4. Moldeo por contacto manual 430
9.6.5. Moldeo con inyección de la resina 431
9.6.6. Moldeo a presión en caliente 432
9.6.7. Moldeo con siliconas 433
9.7. Materiales compuestos 433
9.7.1. El plástico en las carrocerías de aluminio 434
9.8. Reciclado de plástico 434
9.8.1. Fases del reciclado 435
9.8.2. Métodos de reciclado de plásticos 436
9.9. Introducción a la reparación de elementos sintéticos 440
9.10. Métodos de identificación de los materiales plásticos más utilizados en el automóvil 440
Proceso de identificación de la conformabilidad del plástico 440
9.10.1. Identificación práctica a través del código del fabricante 441
9.10.2. Identificación de los termoplásticos por combustión 449
9.10.3. Identificación de los termoplásticos por el test de soldadura 452
9.11. Reparación de elementos termoplásticos 452
9.11.1. Reparación de materiales termoplásticos por soldadura de aire caliente 453
Proceso de soldadura en un elemento termoplástico 457
9.11.2. Soldadura pendular 461
9.11.3. Normas de seguridad y salud laboral 461
9.11.4. Defectos en la reparación por soldadura de aire caliente 462
9.11.5. Corrección de deformaciones en los materiales termoplásticos 462
9.11.6. Reparación por el método de la acetona 462
Proceso de reparación por fusión con acetona 463
9.11.7. Reparación con adhesivos 465
Proceso de reparación con adhesivos 466
Proceso de reparación de un elemento con falta de material 467
Proceso de reparación de una grieta 470
Proceso de reparación de pequeños elementos 471
Proceso de reparación de un elemento plástico con cianoacrilato y cargas de bicarbonato 473
9.11.8. Reparación mediante inserción de grapas térmicas 475
Proceso de reparación de la patilla de un faro 477
Proceso de reparación del soporte de un paragolpes 478
9.12. Los plásticos termoendurecibles y su reparación 479
9.12.1. Resinas 479
9.12.2. Refuerzos 481
9.12.3. Masillas de poliéster reforzadas 483
9.12.4. Productos de limpieza 483
9.12.5. Técnica de reparación de un material termoestable 483
Proceso de reparación de una grieta no pasante 483
Proceso de reparación de una grieta pasante 484
Proceso de reparación de un elemento con falta de material 486
Proceso de sustitución parcial de un elemento 487
9.12.6. Normas de seguridad y salud laboral 490
9.13. Cuadro sinóptico de los procesos de trabajo en elementos sintéticos 491
Cuestiones 492
Actividades propuestas 493

© Ediciones Paraninfo

10. Uniones fijas en la carrocería 495

Introducción 496

10.1. Tipos de uniones fijas 496
- 10.1.1. Uniones a solape 496
- 10.1.2. Uniones a solape escalonado 496
- 10.1.3. Uniones a tope 497
- 10.1.4. Uniones a tope con resaltes 497
- 10.1.5. Uniones con refuerzos de bridas 498
  - Proceso con refuerzos de bridas 498
- 10.1.6. Uniones engatilladas 500
  - Proceso de instalación de un panel de puerta 501

10.2. Proceso operativo genérico para realizar uniones 502

10.3. La corrosión en los procesos de reparación de elementos fijos 503
- 10.3.1. Productos electrosoldables 504
- 10.3.2. Productos de sellado 505
- 10.3.3. Productos selladores en la reparación de elementos fijos 506
- 10.3.4. Técnicas de sellado de costuras 507
- 10.3.5. Recomendaciones de seguridad en el manejo de productos anticorrosivos 508

10.4. Uniones fijas mediante adhesivos 508
- 10.4.1. Separación de una unión adhesiva 510
- 10.4.2. Resistencia al impacto de las uniones adhesivas 511
- 10.4.3. Influencia de la temperatura sobre la junta adhesiva 512
- 10.4.4. Influencia de la humedad sobre la junta adhesiva 512

10.5. Adhesivos estructurales 512
- 10.5.1. Características de los adhesivos estructurales 514
- 10.5.2. Clasificación de los adhesivos estructurales 514

10.6. Proceso de unión con adhesivos 518
- 10.6.1. Elección del adhesivo 518
- 10.6.2. Diseño de las uniones adhesivas 518
- 10.6.3. Preparación de las superficies a unir 520
- 10.6.4. Preparación-aplicación del adhesivo 521
  - Proceso de unión de dos piezas de carrocería 523
- 10.6.5. Sujeción de las uniones 525
- 10.6.6. Endurecimiento del adhesivo 526

10.7. Normas de seguridad e higiene 526

10.8. Uniones pegadas y remachadas 526
  - Proceso básico de unión por remachado con adhesivo de dos piezas de distintos materiales 527
  - Proceso de sujeción de una aleta con adhesivo 529
  - Proceso de sujeción con adhesivo del lateral de una furgoneta 532

Cuestiones 533

Actividades propuestas 534

11. Uniones soldadas 535

Introducción 536

11.1. Soldadura oxiacetilénica 537
- 11.1.1. El acetileno 537
- 11.1.2. El oxígeno 538
- 11.1.3. Los manorreductores 539
- 11.1.4. Los sopletes 540
- 11.1.5. La llama oxiacetilénica 541
- 11.1.6. Metales de aportación 543
- 11.1.7. Incidencias más habituales que se presentan en el uso del equipo 544
- 11.1.8. Normas de seguridad en el uso del equipo de soldadura 544
- 11.1.9. Preparación de las piezas 545
- 11.1.10. Métodos de soldadura 546
- 11.1.11. Soldadura con latón 547
- 11.1.12. El oxicorte 548

11.2. Soldadura eléctrica con electrodo revestido (SMAW) 549
- 11.2.1. Fuente de alimentación 550
- 11.2.2. Material de protección del soldador 551
- 11.2.3. El electrodo 553
- 11.2.4. Práctica de la soldadura 556
- 11.2.5. Las máquinas Inverter 559

11.3. Soldadura por arco en protección gaseosa 560
- 11.3.1. Soldadura MIG/MAG 560
- 11.3.2. La fuente de alimentación 562
- 11.3.3. Sopletes y pistolas 566
- 11.3.4. Manorreductor y caudalímetro 566
- 11.3.5. Pinza de masa 567
- 11.3.6. Manguera 567
- 11.3.7. Mando de control 568
- 11.3.8. Gases de protección 570
- 11.3.9. El alambre electrodo 572
- 11.3.10. Parámetros condicionantes de la soldadura 574
- 11.3.11. Técnica operativa de soldadura 576
- 11.3.12. Métodos de soldadura 578

© Ediciones Paraninfo

11.3.13. Soldadura de aluminio 579
11.3.14. Soldadura de chapas galvanizadas 581
11.3.15. Soldadura MIG BRAZING 581
11.3.16. Defectos en la soldadura 582
11.3.17. Protecciones generales en la soldadura 583
11.3.18. Recomendaciones generales en el uso de la máquina 584
11.3.19. Incidencias con los equipos de soldadura 584

11.4. Soldadura por arco en protección gaseosa TIG 585
11.4.1. Fuente de alimentación 585
11.4.2. El electrodo no consumible 587
11.4.3. Electrodos consumibles 588
11.4.4. Portaelectrodo 588
11.4.5. El gas protector 588
11.4.6. El manorreductor/caudalímetro 588
11.4.7. Factores y parámetros que intervienen en la soldadura 589
11.4.8. Procedimiento operativo 589
11.4.9. Defectos en el arco y el cordón 590

11.5. Soldadura al arco plasma 591

11.6. Soldadura láser 591

11.7. Soldadura por arco sumergido 593

11.8. Soldadura por haz de electrones 593

11.9. Soldadura eléctrica por resistencia 594
11.9.1. Secuencia en la soldadura por puntos 596
11.9.2. Elementos que componen el equipo 596
11.9.3. Parámetros que intervienen en la soldadura 600
11.9.4. Técnica para regular los parámetros de soldadura 601
11.9.5. Distancia entre puntos y bordes 602
11.9.6. Soldadura por protuberancia 602
11.9.7. Soldadura con doble punto 603
11.9.8. Soldadura por roldana o de costura 603
11.9.9. Soldadura de empuje 603
11.9.10. Procedimiento operativo para realizar la soldadura 604
11.9.11. Soldadura por resistencia eléctrica en el aluminio 604
Proceso de soldadura por resistencia eléctrica en el aluminio 605
11.9.12. Normas de seguridad e higiene 606

Cuestiones 608

Actividades propuestas 612

12. Sustitución de elementos fijos 613

Introducción 614

12.1. Cortado 614
12.1.1. Cizallado 615
12.1.2. Cizalla accionada mecánicamente 615
12.1.3. Cizalla accionada manualmente 615
12.1.4. Cizalladora manual neumática 616

12.2. Cincelado 617

12.3. Aserrado 618

12.4. Despuntado 619
12.4.1. Cincelado 619
12.4.2. Fresado 620
12.4.3. Taladrado 620
12.4.4. Lijadora de banda 623

12.5. Desengatillado 624

12.6. Separación de soldadura continua 625

12.7. Extracción de remaches estampados 626
Proceso de eliminación de remaches estampados 627

12.8. Corte por plasma 629
12.8.1. Elementos de un equipo de plasma 630
12.8.2. Funcionamiento de la máquina 631
12.8.3. Procedimiento para el corte por plasma 631
12.8.4. Mantenimiento y seguridad con el corte por plasma 632

12.9. Sustituciones parciales 633
12.9.1. Interpretación de las líneas de corte 633
Proceso operativo genérico de las sustituciones parciales 635
Proceso de sustitución parcial del armazón inferior de puerta 638
Proceso de sustitución parcial de un panel de puerta con uniones pegadas 642
Proceso de sustitución parcial de aleta trasera con uniones soldadas 644
Proceso de sustitución parcial de aleta trasera de aluminio con uniones remachadas 648
Proceso de cambio de sección por ventana 652
Proceso de cambio parcial de una aleta trasera según el manual de reparación 655

Cuestiones 657

Actividades propuestas 658

© Ediciones Paraninfo

Prólogo

La **devoción por la formación** responde a una situación que cada día se manifiesta en el campo de la reparación de carrocería. Faltan profesionales, operarios para el sector de chapa y pintura, y para el taller resulta difícil encontrar la fórmula para invertir esa carencia de personal. Por esta razón, debemos enfocar las miras hacia la base misma de todo el proceso: el aprendizaje de los nuevos valores y de los más jóvenes, la cantera que ha de nutrir periódicamente a las empresas de reparación de vehículos. Una profesión que tradicionalmente no ha sido muy popular entre la juventud, sin duda por la falta de una promoción adecuada y por el desconocimiento de sus posibilidades reales en el mundo laboral.

En esta coyuntura deficitaria de personal, cobra todo su sentido el esfuerzo para que la Formación Profesional inicial ejerza de flexible trampolín hacia el mercado de trabajo de los hoy alumnos de Automoción en los diferentes centros de Formación Profesional que jalonan nuestra geografía. El interés de las diferentes Administraciones Educativas, la preocupación del personal docente y la colaboración, por qué no, de firmas privadas en el desarrollo de una Formación Profesional plena de contenido, han de converger en un objetivo común: la capacitación real de los aspirantes a formar parte en el futuro de las plantillas de los talleres de reparación de vehículos.

Ante esta necesidad, la aparición de documentación didáctica y libros como el que sigue a este prólogo debe ser motivo de alborozo para todos aquellos que de una forma u otra participan –participamos– en el deseo de una actividad fortalecida por el profundo conocimiento y la habilidad suficiente para ejercer en una profesión que mantiene inalterable su primigenia condición «artesanal», aunque con una desbordante evolución. La complejidad de la tecnología empleada en los nuevos vehículos y la masiva utilización de nuevos componentes en la carrocería constituyen dos factores de ineludible comprensión para afrontar el reto de su reparación.

Los procesos, sistemas, equipos y productos empleados para la preparación y reparación de superficies en el automóvil condicionan casi todos los pasos a seguir. Pero dentro de esa dificultad añadida, los conceptos básicos deben sustentar el posterior y obligado reciclaje de conocimientos para el ejercicio de la actividad. Y este es un mensaje no solo para quienes desean enfocar su futuro laboral hacia la rama de carrocería del automóvil. Los trabajadores en activo actualmente también deben asumir esa realidad y compromiso de permanente atención a su reciclaje laboral. Esta labor es de máxima obligación para los que participan en el mundo docente de la automoción. De ellos depende la transmisión de una información imprescindible.

© Ediciones Paraninfo

A los usuarios de esta información compete su aprovechamiento. De esta manera, con ese grado de implicación y la asunción del grado de responsabilidad que a cada uno corresponde, iremos reduciendo las necesidades de los empresarios de talleres relativas a la escasez de mano de obra disponible en el sector. Es una profesión de evidente presencia y, sobre todo, de un atractivo futuro. No lo olviden quienes emplearán, con una segura y deseable dedicación, la nueva entrega de esta colección de Automoción.

ÁNGEL PALACIOS
Director Gerente de InfoCap (Posventa de Automoción)

Agradecimientos

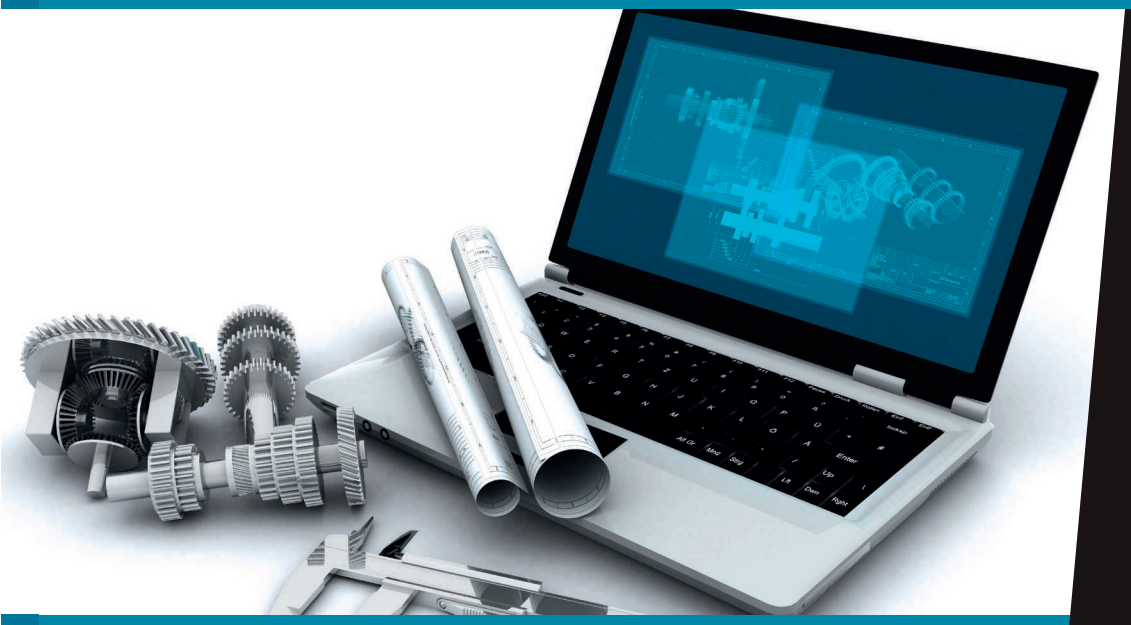
En la elaboración de la presente obra hemos contado con la colaboración de personas y empresas que nos han brindado su apoyo técnico y su ilusión para llevar a cabo este proyecto.

A todas ellas, desde aquí, les expresamos nuestro más sincero agradecimiento:

3M ESPAÑA
ACERALIA
BARIN
BMW IBÉRICA
BOGE
BOSCH
CAR REPAIR SYSTEM
CEBORA
CELETTE IBÉRICA
CITROËN HISPANIA
CRISTALKAR
FIAT AUTO ESPAÑA
FORD ESPAÑA
GALAGAR
GLASURIT
HENKEL IBÉRICA, SA
INSAMA
IRIMO - SNAP-ON
JAGUAR
JING GONG
LEXUS
MERCEDES-BENZ ESPAÑA
MIRACLE
NISSAN ESPAÑA
OPEL ESPAÑA
PREVOST
QUERO EXPORT
RENAULT ESPAÑA
RUPES
SAGOLA
SEAT ESPAÑA
SPANESI
TOYOTA
VOLKSWAGEN - AUDI ESPAÑA
WÜRTH

© Ediciones Paraninfo

Representaciones gráficas



1

CONTENIDOS

1.1. El dibujo técnico
1.2. Normalización
1.3. Acotaciones
1.4. Sistemas de representación de piezas
1.5. Croquizado
1.6. Cortes y secciones
1.7. Especificaciones superficiales
1.8. Tolerancias de medida
1.9. Dibujo asistido por ordenador
1.10. Simbología aplicada a los procesos de reparación de carrocerías

OBJETIVOS

- Interpretar correctamente los dibujos, esquemas y especificaciones técnicas de los diferentes elementos y conjuntos del vehículo.
- Realizar croquis de piezas sencillas, acotándolas convenientemente.
- Proyectar piezas sencillas o soluciones originales en determinados procesos de reparación.
- Definir la simbología asociada al estado superficial de las piezas, así como las tolerancias de fabricación.

Introducción

Hoy en día, resulta imprescindible disponer de una serie de conocimientos relacionados con el dibujo técnico que permitan desarrollar, de una forma satisfactoria, muchos de los procesos y las operaciones de mecanizado a realizar en el ámbito de la reparación de determinados conjuntos del vehículo.

Como resumen de todo ello, en esta unidad se pretende abordar una serie de normas básicas sobre representación, normalización, croquizado, etc., que resultan imprescindibles para poder interpretar correctamente los manuales de reparación y para la correcta realización de dibujos de taller a mano alzada (croquis), que tan necesarios resultan para poder determinar de forma rápida cualquier variación en las dimensiones o estado superficial de las piezas.

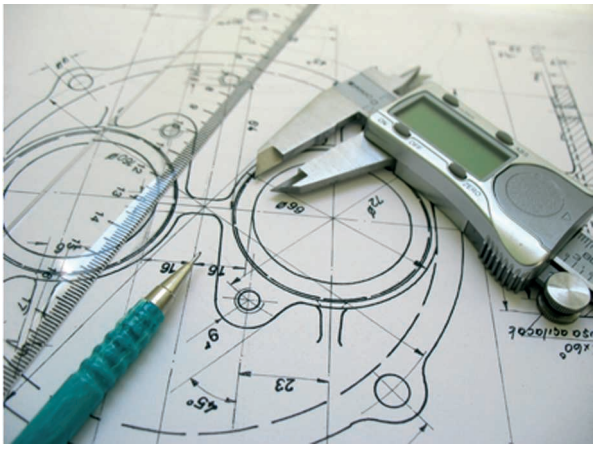


Figura 1.1. Dibujo técnico.

1.1. El dibujo técnico

Un dibujo técnico es la representación gráfica, clara, correcta y precisa de una pieza sobre el papel, que incluye indicaciones de sus formas, dimensiones, superficies, material y demás elementos de carácter explicativo, con el fin de conseguir una descripción, lo más completa posible, para su posterior construcción o ensamblaje.

Todo dibujo técnico debe:

- Ser suficientemente claro, para no dar lugar a equívocos, y presentar una disposición lógica y racional.
- Definir completamente las formas, dimensiones y demás características complementarias.
- No acumular datos innecesarios.

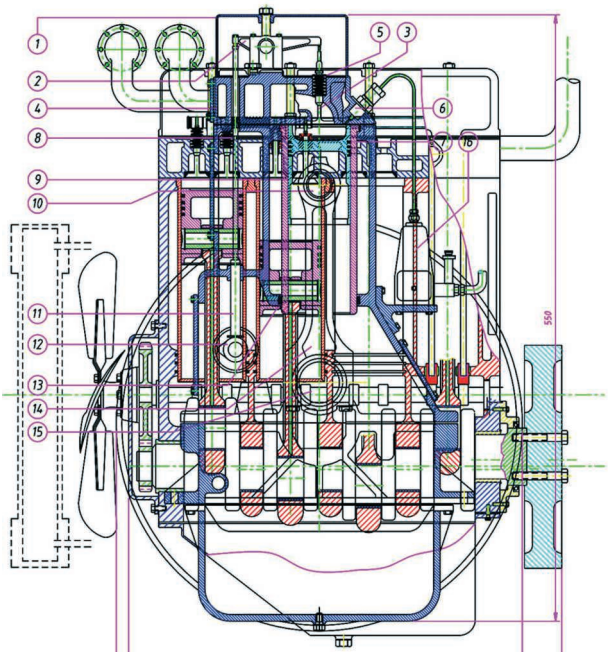


Figura 1.2. Dibujo técnico de un motor seccionado.

1.1.1. Clases de dibujos

En general, se pueden dividir los dibujos en:

- **Croquis o esquemas.** Son dibujos muy simples que se realizan sin seguir las normas usuales del dibujo técnico, y que únicamente muestran, de una manera clara, el sistema de unión entre las diferentes piezas de un conjunto, utilizando la simbología apropiada.
- **Dibujos de concepción.** Son los dibujos preliminares del diseño de una pieza.
- **Dibujos de definición.** Se realizan sobre la base de los anteriores y definen de una manera más clara la pieza.
- **Dibujos de fabricación.** Completan a los dibujos de definición aportando todos los datos necesarios para la ejecución o verificación de la pieza. Existen tres variedades de los mismos:
  - De ejecución.
  - De unión o ensamblaje.
  - De control o verificación.

1.1.2. Desarrollo secuencial para la realización de un dibujo técnico

En general, el proceso habitual para realizar un dibujo técnico consta de las siguientes fases:

© Ediciones Paraninfo

1. Analizar la pieza a dibujar.
2. Elegir las vistas necesarias.
3. Seleccionar la escala adecuada.
4. Calcular el espacio que ocupan las vistas en el plano de dibujo y su ubicación.
5. Dibujar, en primer lugar, los ejes de simetría y los contornos de la pieza.
6. Dibujar, a continuación, las partes vistas de la pieza.
7. Comprobar las cotas y colocarlas correctamente sobre el dibujo.
8. Poner los signos superficiales, los materiales y demás leyendas explicativas.
9. Repasar el dibujo. Es necesario comprobar si las vistas son suficientes, revisar la exactitud y duplicidad de las cotas, los tipos de líneas empleados, los signos utilizados, la escala seleccionada, etcétera.

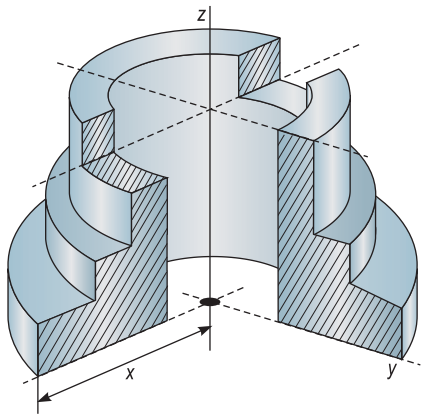


Figura 1.3. **Dibujo técnico de una pieza en perspectiva, seccionada.**

1.2. Normalización

Se entiende por normalización al conjunto de reglas, recomendaciones y prescripciones que establecen los diferentes países con la finalidad de favorecer el comercio, la obtención y la realización de objetos unificados.

Los fines de las normas son: simplificar, tipificar y definir, es decir, reducir al mínimo posible las operaciones y variedades de los productos, adoptar soluciones tipo, eliminando modelos y, por último, precisar y especificar las características de los materiales.

Con la normalización se consiguen varios objetivos:

- Una reducción de costes por la simplificación de los diseños, al utilizarse en ellos elementos ya normalizados.
- Una mayor utilidad, al facilitar la difusión e intercambiabilidad de productos.
- Una mejora en la calidad, ya que se permite garantizar la constitución y las características de un determinado producto.

En definitiva, con la normalización se consigue producir más y mejor, a través de la reducción de tiempos y costes.

A lo largo de los años, muchos países desarrollaron su propio organismo de normalización, así en Francia surgió el AFNOR (Asociación Francesa de Normalización), en Inglaterra el BSI (British Standards Institution), en Alemania el DIN (Deutsches Institut für Normung), etcétera.

Figura 1.4. **Organismos de normalización.**

Con el objetivo de coordinar los trabajos y experiencias de todos ellos, se fundó la Organización Internacional para la Normalización, ISO (International Organization for Standardization), con sede en Ginebra, y dependiente de la ONU. El trabajo de ISO abarca todos los campos de la normalización, a excepción de la ingeniería eléctrica y electrónica que es responsabilidad del CEI (Comité Electrotécnico Internacional).

Por lo que a España respecta, como consecuencia de la colaboración hispano-alemana, se comenzaron a utilizar las normas DIN alemanas, que han sido la referencia durante mucho tiempo.

En la actualidad, las actividades de normalización y certificación se basan en las normas UNE (Una Norma Española), cuyo estudio, aprobación, impresión y difusión, desarrolla desde 1986 la entidad privada AENOR (Asociación Española de Normalización), que sustituyó al antiguo Instituto de Racionalización y Normalización (IRANOR).

Las normas UNE se crean en Comisiones Técnicas de Normalización (CTN). Una vez elaboradas, son sometidas durante seis meses a la opinión pública. Una vez transcurrido este tiempo y analizadas las observaciones

© Ediciones Paraninfo

se procede a su redacción definitiva, con las posibles correcciones que se estimen, publicándose bajo las siglas UNE. Todas las normas son sometidas a revisiones periódicas con el fin de ser actualizadas.

Cada norma UNE tiene un número y un título; por ejemplo: *UNE 1-108-83: Dibujo industrial. Representación convencional de roscas*. Las normas se numeran siguiendo la clasificación decimal. El código que designa una norma está estructurado por tres grupos separados por un guión. El primer grupo es un número de una o de dos cifras indicando el comité técnico del que depende la norma. El segundo grupo es un número de hasta tres cifras que indica el número de referencia de la norma, complementado cuando se trata de una revisión R, una modificación M o un complemento C. El tercer grupo indica, por medio de dos cifras, el año de su redacción y publicación.

Figura 1.5. Estructura de una norma UNE.

Rangos de normas UNE asociadas a determinadas materias

UNE 1 000 al 099 xx Dibujos técnicos (I)
UNE 1 100 al xxx xx Dibujos técnicos (II)
UNE 4 xxx xx Sistemas de tolerancias
UNE 17 000 al 049 xx Accesorios para uniones (I)
UNE 17 050 al 075 xx Accesorios para uniones (II)
UNE 17 076 al 1xx xx Accesorios para uniones (III)
UNE 17 7xx xx Roscas métricas
UNE 18 000 al 050 xx Elementos de transmisión (I)
UNE 18 050 al 099 xx Elementos de transmisión (II)
UNE 18 100 al 200 xx Elementos de transmisión (III)
UNE-EN 22 xxx xx Tolerancias
UNE-EN 35 xxx xx Materiales (I)
UNE-EN 36 xxx xx Materiales (II)
UNE-EN 37 xxx xx Materiales (III)
UNE-EN 38 xxx xx Materiales (IV)
UNE-EN 53 xxx xx Materiales (V)
UNE-EN 69 xxx xx Neumáticos

La normalización en el dibujo técnico tiene como misión unificar criterios asociados a la ejecución del mismo. Según su aplicación, existen los siguientes tipos de normas:

- **Generales.** Normalizan aspectos como los formatos de dibujo (UNE 1011), escritura o rotulación (UNE 1034), tipos de línea (UNE 1032), acotación (UNE 1039), disposición de las vistas, cortes y secciones, etcétera.
- **De carácter técnico.** Establecen las normas para la representación de las tolerancias, los ajustes, etcétera.
- **De materiales.** Abordan todo lo relacionado con la superficie de los materiales: composición, tratamiento, rugosidad, etcétera.

1.2.1. Formatos de dibujo

La hoja de papel es una lámina delgada consistente en fibras de celulosa reducidas a pasta por procedimientos químicos y mecánicos. En el dibujo técnico, es indispensable la utilización de papel que sea resistente, grueso, translúcido y de superficie lisa. No debe ser absorbente para que la tinta no se «riegue» y debe soportar la goma de borrar sin que se le desprendan fibras.

En el dibujo técnico se utilizan normalmente dos tipos de papel:

- **Papel opaco:** su color varía desde el blanco hasta el amarillento y es ligeramente brillante.
- **Papel traslúcido o vegetal:** esta clase de papel es notablemente transparente y de tono blanco azulado. Tiene la característica de permitir el paso de la luz a través de él, lo que facilita ver con claridad cualquier dibujo que esté debajo del mismo. Además, es el adecuado para trabajar con tinta china, la cual se puede borrar, si es necesario, con bastante facilidad sin que se deteriore el papel. Actualmente también se utilizan soportes de naturaleza sintética como el poliéster.

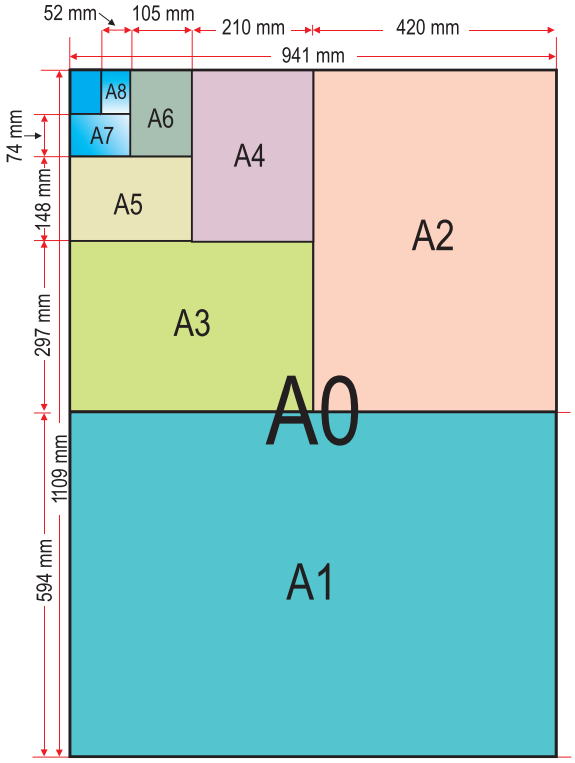
Para plasmar los dibujos en un soporte físico se utilizan formatos de papel de tamaño, dimensiones y márgenes normalizados (UNE 1026-2 83 Parte 2). Esta normalización permite doblar adecuadamente los planos para su posterior archivo.

Las normas DIN A establecen que todos los formatos deben estar medidos en milímetros, tener forma rectangular y ser geométricamente semejantes entre sí.

Los formatos normalizados deben cumplir las siguientes reglas: de referencia, de semejanza y de doblado.

Por lo que respecta a la semejanza, en todos los formatos normalizados se debe verificar que la relación entre los lados de un formato es igual a la que presenta el lado de un cuadrado y su diagonal ($1/\sqrt{2}$). Asimismo, se debe verificar la regla del doblado sucesivo, en la que el lado mayor de un formato es igual al lado menor del formato inmediatamente superior.

© Ediciones Paraninfo



Serie DIN A	
Denominación del formato	Medidas del formato bruto
A0	841 x 1189
A1	594 x 841
A2	420 x 594
A3	297 x 420
A4	210 x 297
A5	148 x 210
A6	105 x 148
A7	74 x 105
A8	52 x 74
A9	37 x 52
A10	26 x 37

Como ejemplo, la denominación DIN A3 indica que se trata de un formato regulado por la norma DIN, cuya serie es la A y el tamaño es el 3 (297 x 420).

Figura 1.6. **Normalización de los formatos de papel.**

Por lo que respecta a la regla de referencia, para la normalización se parte de un formato que tiene una superficie de 1 m^2.

Aplicando estas tres reglas se determinan las dimensiones del formato base denominado A0 (841 × 1189 mm). Los demás formatos se obtienen mediante plegados sucesivos, es decir, dividiendo el formato inmediato superior por la mitad, de forma paralela al lado menor. Los formatos se designan con las letras A, B, C, D, E (y así sucesivamente) seguidas de números consecutivos. El formato más utilizado corresponde a la serie A, cuyo formato origen básico se llama A0. Los demás formatos son submúltiplos del mismo y su denominación se realiza con la letra A seguida de un número que indica la cantidad de dobleces o cortes hechos en el formato base A1, A2, A3, A4, etcétera.

Márgenes

En los formatos hay que tener en cuenta los márgenes entre los bordes del formato y el recuadro interior que delimita la zona útil del dibujo.

Para los formatos A0, A1, A2 y A3 el margen recomendado es de 20 mm de anchura, y para los A4, A5 y A6 de 5 a 10 mm. En todos los casos, el margen izquierdo para encuadernación no deberá ser inferior a 20 mm.

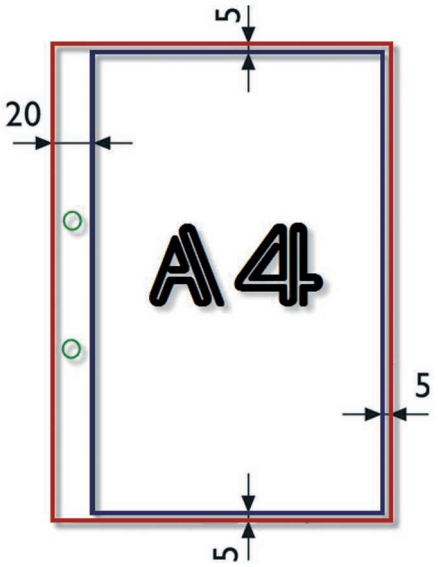


Figura 1.7. **Márgenes del recuadro de dibujo.**

Señales de centrado

Las señales de centrado son unos trazos colocados en los extremos de los ejes de simetría de la lámina o plano que sirven para facilitar la reproducción y microfilmado. Tienen un grosor mínimo de 0,5 mm y deben sobrepasar el recuadro en 5 mm.

© Ediciones Paraninfo

Señales de orientación

Son dos flechas o triángulos equiláteros dibujados sobre las señales de centrado, cuya función es la de indicar la posición de la lámina sobre el tablero.

Cajetín de datos

El cajetín de datos o casillero de rotulación es un rectángulo dividido en celdas que se coloca en la parte inferior derecha de los planos o láminas (tanto en los verticales como en los horizontales), siendo su dirección de lectura la misma que el dibujo. En el mismo se incluye información variada acerca del dibujo: escala, fecha de ejecución, comprobación, nombre de la persona que realiza el plano, etcétera.

La norma UNE 1035-95 establece la disposición que puede adoptar el cuadro con sus dos zonas: la de identificación, de anchura máxima 170 mm y la de información suplementaria, que se debe colocar encima o a la izquierda de aquella. La norma establece ocho modelos de casilleros de rotulación, en función del tamaño del plano.

Elementos que pueden integrar el cajetín

Los elementos que integran el cajetín pueden adaptarse a las necesidades de una empresa o institución determinada. En general, estos apartados pueden ser:

- **Razón social.** En este apartado se pondrá el nombre de la entidad propietaria del plano.
- **Designación.** Se pondrá el nombre de la pieza o conjunto de piezas.
- **Número de plano.** Se indicará el número del plano de acuerdo con las especificaciones de la empresa.
- **«Sustituye a» y «sustituido por».** Si un plano es sustituido por otro por modificaciones en el mismo o cualquier otra razón, se colocarán dichos números en este apartado.
- **Escala.** Se indicarán la escala o escalas que se han empleado en el dibujo, figurando como escala principal la más importante (indicándola con línea gruesa y el resto entre paréntesis con línea más fina).
- **Dibujado.** Se indicará la fecha de finalización.
- **Comprobado.** Nombre de la persona que ha comprobado el plano.
- **Firma.** Figurarán las firmas de las personas que han realizado y comprobado el plano.
- **Razón social.** Nombre de la empresa o centro de enseñanza.
- **Número de piezas.** En este punto se indicará el número de piezas iguales de forma y dimensiones que hay en el conjunto.
- **Denominación y observaciones.** Se indicará el nombre de la pieza y las especificaciones que correspondan a la misma.
- **Marca.** Número asignado a cada una de las piezas en el conjunto.
- **Dibujo número.** Si se trata de piezas que pertenecen a un conjunto, se indicará el número del plano donde se encuentra dibujada la pieza.
- **Material y dimensiones.** Se indicará el tipo de material utilizado para fabricar la pieza, y las dimensiones en bruto del mismo.
- **Modelo.** Número para su localización.
- **Peso.** Peso en bruto de la pieza.

La rotulación de números y letras (mayúsculas y minúsculas) del cajetín debe hacerse de forma normalizada.

1.2.2. Plegado de planos

La norma UNE 1-027-95 establece la forma de plegar los planos. Debe hacerse en forma de zigzag, tanto en sentido vertical como horizontal, hasta dejarlo reducido a las dimensiones de archivado. También se indica en esta norma que el cuadro de rotulación siempre debe quedar en la parte anterior y a la vista. El plano una vez plegado deberá quedar reducido a un formato A4, por ser el más manejable.

Hay dos tipos de plegado:

- **Sin fijación.** Los planos así plegados se archivan en carpetas o archivadores, sin quedar fijados a los mismos. El procedimiento consiste en realizar pliegues longitudinales en zigzag de 210 mm de lon-

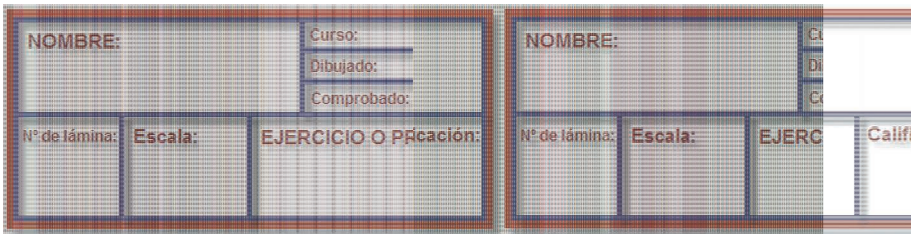


Figura 1.8. Ejemplo de cajetín de datos.

© Ediciones Paraninfo

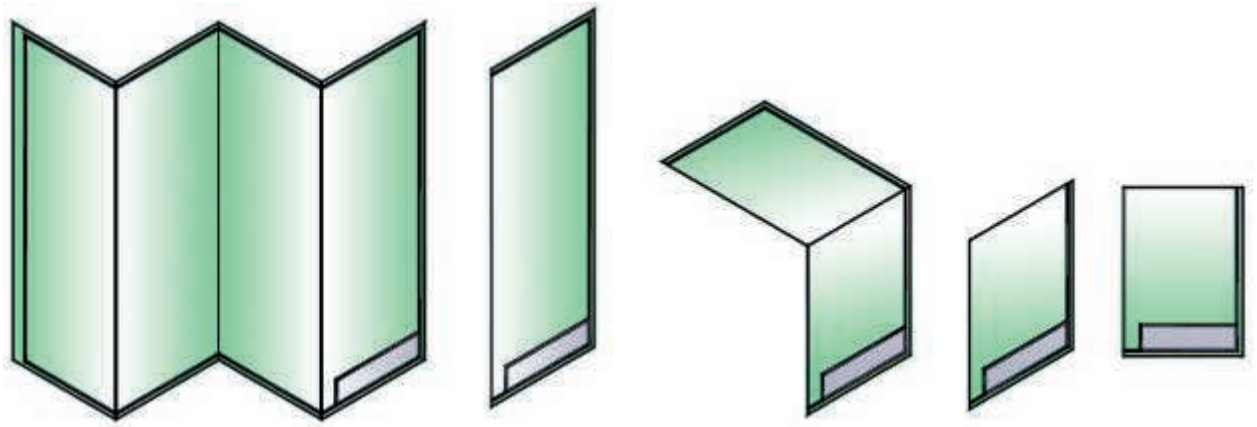


Figura 1.9. Plegado sin fijación de un plano con formato A1.

gitud a partir del borde derecho del formato. Seguidamente, se realizan pliegues transversales en zigzag de 297 mm de longitud a partir del borde inferior del formato (a excepción del formato A3).

- **Con fijación.** A diferencia del caso anterior, este plegado se realiza cuando los planos deben ser archivados en carpetas dotadas de elementos de fijación; quedando fijados por el margen de encuadernación del formato (margen izquierdo). El proceso consiste en:

  1. Pliegue longitudinal a 210 mm del borde izquierdo del formato, sobre el cual, se replegarán todos los demás pliegues longitudinales.
  2. Pliegue oblicuo hacia atrás, que va desde el punto del borde izquierdo situado a una distancia de 297 mm del borde inferior hasta el punto del borde superior situado a una distancia de 105 mm del borde izquierdo. De esta forma, una vez plegado el plano, solo se perfora y queda fijo a la carpeta por la parte inferior del margen de encuadernación limitado por el pliegue transversal.
  3. Pliegues longitudinales en zigzag, en número par, de 190 mm de longitud (excepto el del margen de encuadernación, que se hace a 210 mm) a partir del borde derecho del formato.
  4. Pliegue longitudinal intermedio que se realiza con la mitad del ancho restante entre el primer y último pliegues longitudinales.
  5. Pliegues transversales en zigzag de 297 mm de longitud a partir del borde inferior del formato, hasta que quede en primer lugar el correspondiente al cajetín de datos.

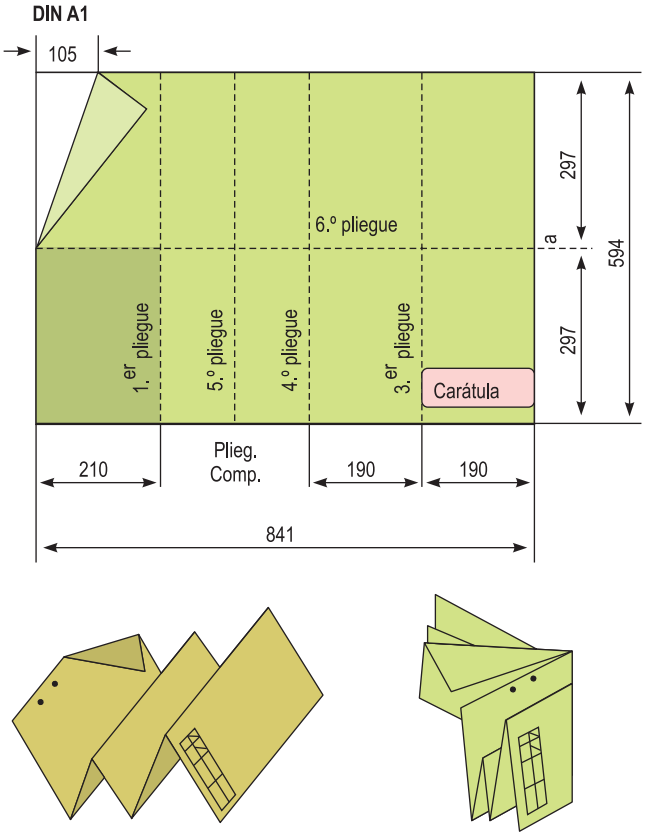


Figura 1.10. Plegado con fijación de un plano con formato.

1.2.3. Clases de líneas empleadas en el dibujo industrial

En los dibujos se utilizan líneas de forma y espesor variable, según su aplicación representativa. Los tipos o las clases de líneas más usuales son los siguientes:

© Ediciones Paraninfo

- **Líneas llenas.** Pueden ser gruesas o finas. Las primeras se emplean generalmente en el dibujo de aristas y contornos visibles de una pieza, con espesores que varían entre 0,3 y 1,2 mm (en función de la clase de dibujo y el tamaño de la pieza). Las líneas llenas finas se emplean en el trazado de líneas de cota y de referencia. También se usan en el rayado de los cortes y en la representación de roscas.
- **Líneas de trazos.** Se emplean para representar las aristas y los contornos interiores no visibles de una pieza. La longitud de los trazos no deberá ser demasiado pequeña, dependiendo de la longitud total de la línea. Cuando coincidan dos o más líneas de trazos, se representarán alternadas.
- **Líneas de trazo y punto (líneas de ejes).** Básicamente, se utilizan para la representación de ejes, con un grosor algo mayor que las líneas de cota. Las de trazo grueso se utilizan para indicar los cortes convencionales.
- **Líneas a mano alzada.** Se emplean para representar las zonas de rotura de los metales y las piezas en general. Se deben trazar con pequeñas ondulaciones. Normalmente suelen ser del espesor de los ejes.

Figura 1.11. **Tipos de línea.**

1.2.4. Rotulación

La rotulación forma parte integral de un dibujo ya que sirve para aclarar aspectos que el propio dibujo difícilmente puede explicar. La técnica de rotular consiste en dibujar letras, números, signos y símbolos de acuerdo a la norma UNE 1034-75 parte 1 (norma ISO 3098/1-1974, que concuerda con la anterior).

Según estas normas, existen dos clases de rotulación:

- **Rotulación recta:** las letras forman 90º con la horizontal.
- **Rotulación inclinada:** las letras forman 75º con la horizontal.

Para dibujos de ingeniería se emplea generalmente la escritura cursiva, en cambio para los dibujos de construcción y obra civil, se suele emplear la escritura vertical.

Las características fundamentales de la rotulación pueden resumirse en:

- **Legibilidad:** debe leerse con facilidad. La rotulación debe ser ejecutada con escritura simple y clara, además de estar dispuesta ordenadamente para facilitar la lectura
- **Homogeneidad:** el ancho de líneas y la separación de letras debe ser constante.
- **Reproducible:** debe tener aptitud para el microfilm y otros procedimientos de reproducción fotográfica.

Técnica del rotulado

Para conseguir letras uniformes, deben trazarse líneas de guía que delimitarán la altura de las letras. Estas líneas serán de trazo muy fino y a lápiz. Todas las líneas y medidas necesarias para el rotulado se trazan tomando como unidad la altura «h» de las letras mayúsculas y de los números.

Proporciones

h = 10/10	a = 2/10 h	b = 3/10 h	c = 7/10 h	d = 1/10 h
e = 6/10 h	g = 3/10 h	u = 6/10 h	v = 5/10 h	

Figura 1.12. **Proporciones de los parámetros de la rotulación, tomando como referencia la altura de las letras mayúsculas.**

La gama de tamaños de letras (altura) va desde los 2,5 mm a los 20 mm, llevando asociadas las relaciones dimensionales que marca la norma UNE 1034-75.

Se han establecido dos tipos de escritura:

- Escritura tipo A: ancho de línea igual a (1/14) h.
- Escritura tipo B: ancho de línea igual a (1/10) h.

Los trazos verticales se ejecutan de arriba a abajo y los horizontales de izquierda a derecha.

En el dibujo técnico se utiliza cada vez más el rotulado con plantillas y aparatos de marcar. Las plantillas son planchas planas de plástico que tienen las letras perforadas. Las letras se dibujan con una plumilla especial que se guía a través de las perforaciones.

Su utilización permite el trazado de letras normalizadas de diversas alturas con gran uniformidad. Las guías y las plantillas contienen también muchos símbolos empleados en los dibujos, como símbolos de soldadura, arquitectónicos, eléctricos, etcétera.

© Ediciones Paraninfo

Tabla 1.1. Principales características del rotulado de caracteres del tipo B

Características	Letra	Relación	Medidas en mm						
Altura de mayúsculas	**h**	**10/10**	2,5	3,5	5	7	10	14	20
Altura de minúsculas	**c**	**7/10**	—	2,5	3,5	5	7	10	14
Espacio entre caracteres	**a**	**2/10**	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8	4
Zona rotulada inferior	**b**	**3/10**	0,75	1,05	1,5	2,1	3	4,2	6
Zona rotulada superior	**g**	**3/10**	0,75	1,05	1,5	2,1	3	4,2	6
Espacio mínimo entre palabras	**e**	**6/10**	1,5	2,1	3	4,2	6	8,4	12
Anchura del trazo	**d**	**1/10**	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2
Anchura de mayúscula	**u**	**6/10**	1,5	2,1	3	4,2	6	8,4	12
Anchura de minúscula	**v**	**5/10**	1,25	1,75	2,5	3,5	5	7	10
Espacio mínimo entre líneas de apoyo a la escritura (interlínea)		**14/10**	3,5	5	7	10	14	20	28

Figura 1.13. Utilización de plantillas de rotular.

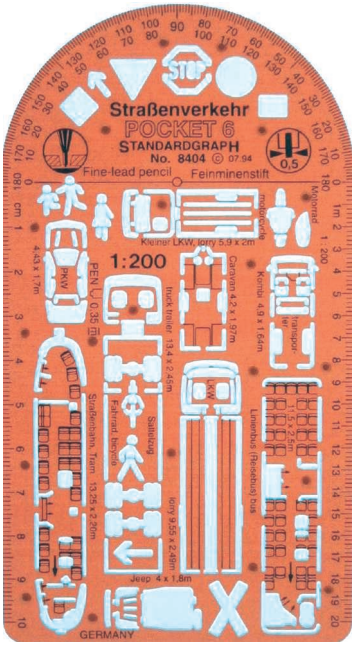


Figura 1.14. Plantilla con símbolos específicos.

1.2.5. Escalas

Se denomina escala a la relación que existe entre un segmento del dibujo y la longitud correspondiente en la pieza real. Por ello, la escala supone una relación constante entre el tamaño real del objeto y el dibujo que lo representa.

La utilización de las escalas viene dada por la dificultad de poder dibujar las piezas a tamaño real, bien porque son demasiado grandes o bien porque son muy pequeñas y es necesario ampliarlas para definir perfectamente todos sus detalles.

Se indica por dos números separados por dos puntos, siendo siempre la unidad uno de ellos, $E = 1:20$. A veces las mismas indicaciones pueden hacerse en forma de quebrado, $E = 1/20$, o señalando únicamente el aumento o disminución, $E = 20$.

La escala se determina tomando una medida sobre el dibujo y dividiendo por la longitud de la parte correspondiente en el objeto. Por ejemplo, en la escala 1:30, a una medida en el dibujo corresponde un aumento de treinta en el objeto real; por el contrario, en la escala 1:0,25, el dibujo ha aumentado cuatro veces del tamaño real del objeto.

Hay tres tipos de escalas:

- Escala a «tamaño natural». Es la correspondiente a la relación 1:1.

© Ediciones Paraninfo

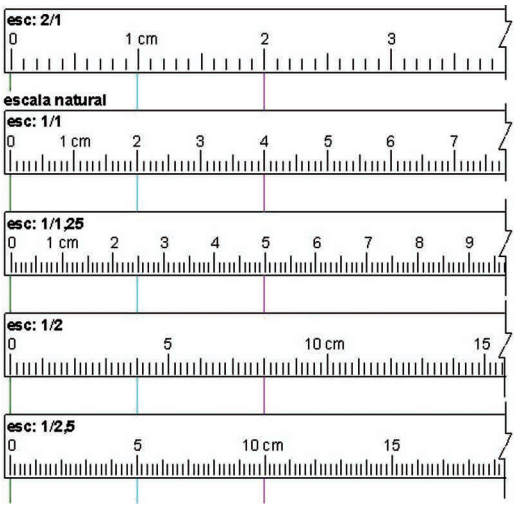


Figura 1.15. Correspondencia entre diferentes escalas.

- Escalas de «ampliación». Son las escalas superiores a la relación 1:1.
- Escalas de «reducción»: Son las escalas inferiores a la relación 1:1.

Tabla 1.2. Escalas más utilizadas

Tipo de escala	Escalas más utilizadas
De ampliación	2:1 5:1 10:1 20:1 50:1
De reducción	1:2 1:5 1:10 1:20 1:50 1:100 1:200 1:500 1:1000 1:2000 1:5000 1:10 000
Cuando sea necesario utilizar una escala de ampliación mayor o una escala de reducción menor que las indicadas en el cuadro, la escala elegida debe ser una de las recomendadas multiplicada por una potencia de 10.	

Consideraciones en la utilización de las escalas:

- Siempre que sea posible, se debe dibujar con escala 1:1, es decir en tamaño real.
- La escala adoptada debe indicarse en el dibujo con toda claridad.
- La escala se inscribe en el cuadro de rotulación del plano.
- Las cotas que no llevan escala deben subrayarse.
- Cuando se utilizan varias escalas, la principal se inscribe en el cuadro de rotulación y las escalas secundarias al lado del número de referencia de la pieza.
- La escala a elegir para realizar un dibujo dependerá de la complejidad del objeto a representar y de la finalidad de la representación. En todos los casos, debe tener un tamaño adecuado para permitir una interpretación fácil y clara de la información mostrada. Los detalles que sean demasiado pequeños para una definición completa deben representarse en una vista de detalle a una escala mayor, al lado de la representación principal.
- En los dibujos ampliados de objetos pequeños es conveniente añadir una vista a tamaño natural (puede ser un dibujo sencillo que indique tan solo los contornos del objeto representado).

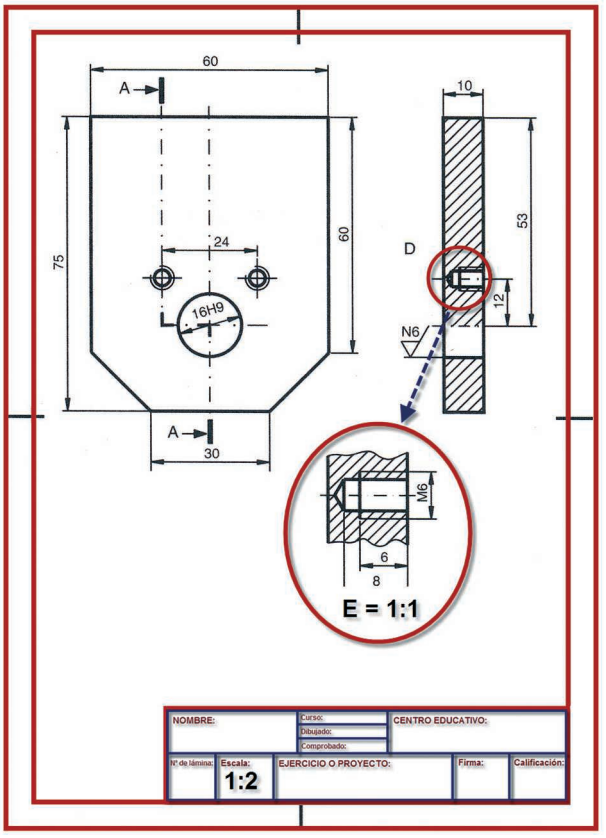


Figura 1.16. Dibujo con vista de detalle a escala diferente.

Elección de la escala

La escala a elegir dependerá de la complejidad del elemento a representar y de la finalidad del dibujo. La escala debe permitir una interpretación clara y sencilla del dibujo.

Cuando se ha de utilizar una escala no normalizada cuyos dos números son distintos de la unidad, es necesario diseñar una escala gráfica de medición según el criterio de proporcionalidad de segmentos, basado en el teorema de Thales.

Para ello, si por ejemplo, necesitamos una escala $E = 5:8$, realizaremos las siguientes operaciones (Figura 1.17):

© Ediciones Paraninfo

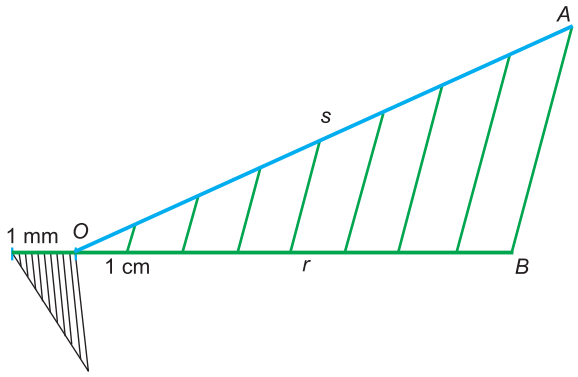


Figura 1.17. **Construcción de una escala gráfica.**

1. Con origen en un punto *O* arbitrario se trazan dos rectas *r* y *s* formando un ángulo cualquiera.
2. Sobre la recta *r* llevamos una longitud igual a 5 cm.
3. Sobre la recta *s* marcamos 8 divisiones con una separación similar.
4. A continuación unimos los extremos *A* y *B* de dichas rectas.
5. Por último trazamos paralelas al segmento *AB* por cada una de las divisiones de la recta *s*.
6. La intersección de estas paralelas con la recta *r* señalará las divisiones de la escala gráfica diseñada, que corresponderán a 1 cm en la escala 5:8.
7. Si prolongamos la recta *Or* una división a la izquierda de *O* y hacemos la misma operación para graduar esta división en 10 partes, obtendremos la contraescala correspondiente a los milímetros.

Uso del escalímetro

El escalímetro es un instrumento de medición con sección estrellada que contiene seis escalas diferentes, y que permite trasladar medidas a tamaño natural, reducido o aumentado. Cada escala se indica en el comienzo de la graduación de la escala correspondiente.

Sus escalas habituales son: 1:100, 1:200, 1:250, 1:300, 1:400, 1:500. Estas escalas son válidas igualmente para valores que resulten de multiplicarlas o dividirlas por 10, así por ejemplo, la escala 1:300 es utilizable en planos a escala 1:30 o 1:3000, etcétera.

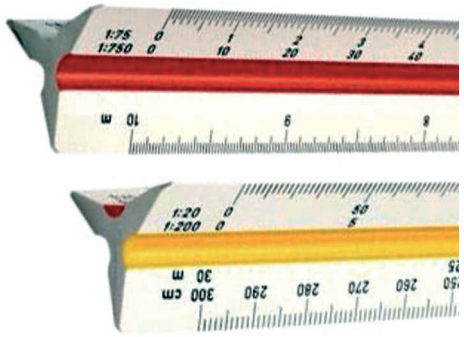


Figura 1.18. **Escalímetros.**

1.3. Acotaciones

Una acotación es la medida de una característica de un objeto o pieza que debe ser especificada en un dibujo técnico. Para acotar una pieza deben tomarse todas las medidas necesarias para definirla perfectamente.

1.3.1. Elementos de acotación

Líneas de cota

Son las líneas sobre las que se realizan las indicaciones de las medidas. Se representan con línea fina continua, y se disponen paralelamente a las líneas de contorno o arista a la cual se quiere acotar, siendo perpendiculares a las líneas de referencia que las limitan. La separación de las líneas de cota respecto a las aristas del objeto debe ser aproximadamente de 8 mm, y la separación entre líneas de cota paralelas debe ser de unos 5 mm. Las aristas y los ejes no deben utilizarse, en la medida de lo posible, como líneas de cota.

Líneas auxiliares

Las líneas auxiliares de cota se prolongarán ligeramente sobrepasando a las líneas de cota, siendo perpendiculares a la dimensión a acotar. Las líneas auxiliares se

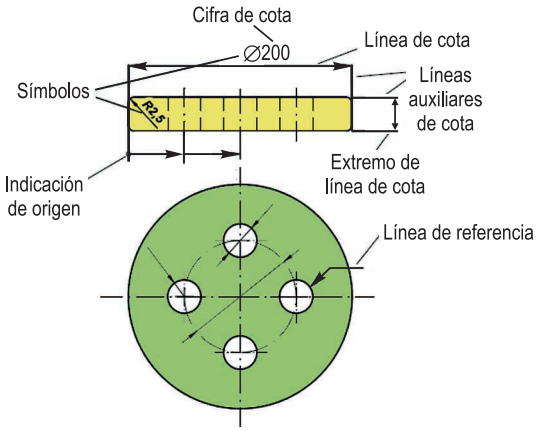


Figura 1.19. **Elementos de acotación.**

© Ediciones Paraninfo

trazan, igualmente, con línea fina y continua, partiendo de las aristas o contornos de la pieza.

Líneas de referencia

Se utilizan para obtener mayor claridad en la interpretación del dibujo.

Algunas de sus utilidades son:

- Para sacar una cifra de cota de un lugar donde no cabe o es de difícil interpretación.
- Para evitar intersecciones de líneas auxiliares o de cota.
- Para designar inscripciones como acabado superficial, tolerancias geométricas, símbolos, etcétera.

El extremo de la línea de referencia puede ser:

- Una flecha, si acaba en el contorno o arista del objeto.
- Un punto negro, si acaba en el interior del contorno.
- Sin punto ni flecha, si acaba en una línea de cota.

Flechas de cota

Las flechas de cota se trazan en los extremos de las líneas de cota. Tienen forma de triángulos isósceles, estando la altura del triángulo en función del espesor de las líneas gruesas con que se esté dibujando. Se suele tomar entre cuatro y cinco veces el espesor del trazo grueso. En caso de falta de espacio entre las aristas de la pieza o entre las líneas de referencia, las flechas pueden colocarse por la parte exterior de las citadas líneas o sustituirse por puntos.

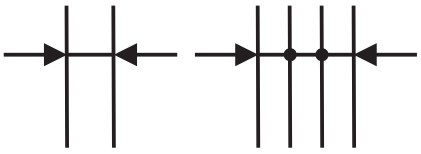


Figura 1.20. Flechas de cota.

Cota

Es la cifra o el número que colocado sobre la línea de cota indica la medida de la magnitud de referencia.

Cifras de cota

Las cifras de cota establecen medidas reales y no varían con la escala del dibujo. En las cotas horizontales, los números se colocan centrados, y en las cotas verticales se colocan igualmente centrados, pero girados 90º en el sentido de las agujas del reloj respecto a la línea de cota, de modo que puedan leerse de abajo hacia arriba.

Los ejes de simetría de la pieza nunca deben cortar a los números de cota. Estos se colocarán a la derecha del eje y los signos, si los hay, a la izquierda.

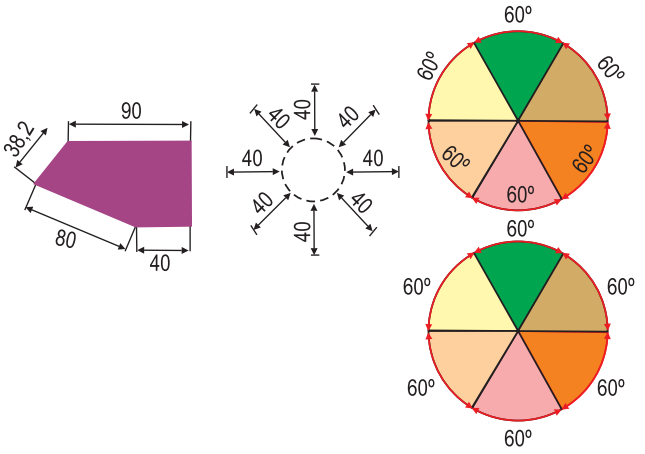


Figura 1.21. Ejemplos de colocación de cifras de cota.

1.3.2. Signos de acotación

Los signos de acotación se emplean para simplificar los dibujos. Mediante ellos se obtienen, de una manera rápida, datos referentes a su forma característica. Se dibujan anteponiéndose a la cifra de cota.

Los signos más utilizados son: el de diámetro ∅, el de cuadrado □, el de radio *R* y la cruz de San Andrés ⊠.

- **Signo de diámetro.** Indica la forma circular, cuando esta no es identificable en la vista en la que se encuentra la línea de cota del diámetro. Este signo se utiliza también en cotas de diámetro situadas en un arco de circunferencia.
- **Signo de cuadrado.** Se emplea para indicar la forma cuadrada cuando esta no es reconocible en la vista en la que se encuentra la línea de cota.
- La **cruz de San Andrés** indica la planitud de la superficie acotada incluida en una superficie curva, generalmente de una pieza de revolución. Esto evita tener que emplear vistas adicionales para transmitir esta información. Este es el caso de ejes y árboles mecánicos, que a veces llevan tallados chaveteros o terminan con forma troncopiramidal.

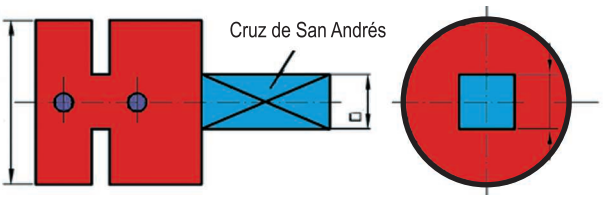


Figura 1.22. La cruz de San Andrés.

© Ediciones Paraninfo

- **Signo de radio.** Se emplea en acotaciones de arcos en los que no está especificado el centro. Se coloca a la izquierda del número y se utiliza una línea de cota con una sola flecha.

1.3.3. Normas de acotación

A continuación, se relacionan algunas de las normas a tener en cuenta para poder disponer las cotas de una forma correcta.

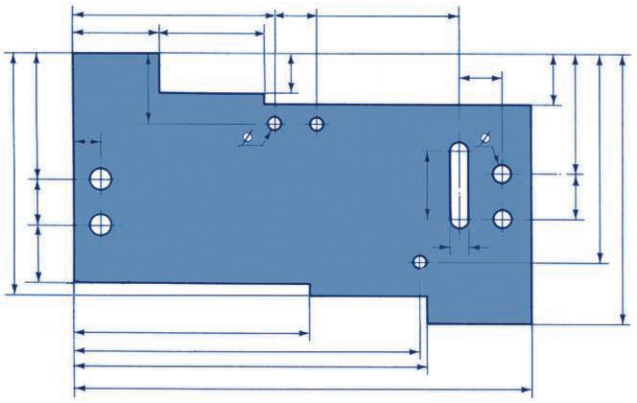


Figura 1.23. Ejemplo de acotación.

- Cada elemento o característica individual de una pieza se acotará solo una vez en un dibujo, suprimiéndose toda acotación redundante. Esto implica el disponer de las cotas auxiliares que exclusivamente representen una ventaja para la interpretación del dibujo.
- Las cotas interiores y exteriores de la pieza se dispondrán separadas unas de otras.
- Cuando se trate de ejes, la acotación deberá realizarse de forma alineada. En cambio, cuando se trate de acotar partes de una pieza sin ninguna relación entre sí, se acotarán de forma independiente unas de otras, atendiendo a cuestiones de estética exclusivamente.

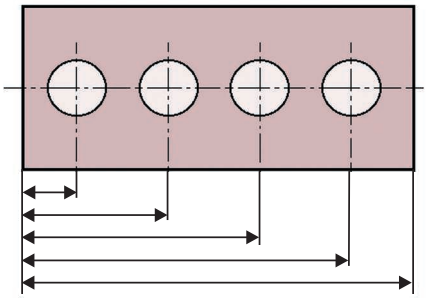


Figura 1.24. Cuando varias cotas de la misma dirección tienen un elemento de referencia común, se acotan con líneas paralelas comenzando por la menor.

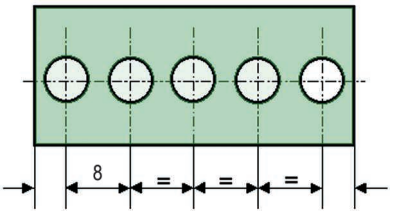


Figura 1.25. Cuando un detalle de una pieza se repita varias veces, se realizará una acotación en cadena, numerando solo una cota y colocando el signo «igual» en las demás.

- Las cotas deberán colocarse sobre la vista, el corte o la sección que mejor defina la geometría de la parte del objeto a acotar.
- Todas las cotas de un dibujo deben expresarse en las mismas unidades.
- Los cilindros deben acotarse sobre su alzado para evitar dibujar las plantas.
- Los taladros que son simétricos respecto a los ejes de simetría, se acotan estos con la distancia entre ejes de los mismos.
- En una pieza de la cual se hayan dibujado el alzado y la planta, los taladros se acotarán sobre la planta.
- Las cotas dimensionales o funcionales deben expresarse directamente sobre el dibujo, evitando que unas dependan de otras. Las cotas no dimensionales se situarán en el lugar que más convenga de acuerdo con los procesos de verificación previstos.

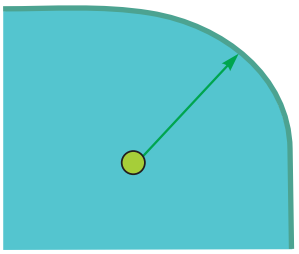


Figura 1.26. En piezas con arcos de radios relativamente grandes, estos se acotarán desde el centro de los mismos, marcado como un círculo pequeño.

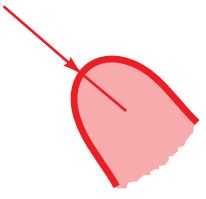


Figura 1.27. Los arcos de pequeño radio se acotarán dejando fuera la cota con la flecha en la dirección del centro del arco.

© Ediciones Paraninfo

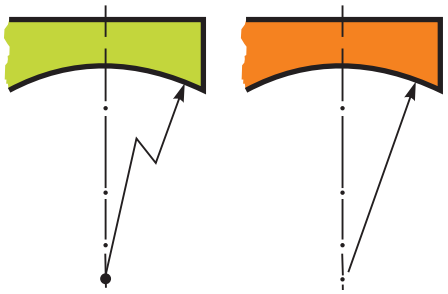


Figura 1.28. **Los arcos cuyo centro se salga fuera de los márgenes del dibujo, se acotarán por el radio, pudiéndose dibujar este como una línea quebrada.**

- Las cifras de cota indicarán el valor real de la dimensión acotada, sin tener en cuenta la escala del dibujo.
- Las cotas serán colocadas, siempre que sea posible, fuera del contorno del dibujo para mejorar la claridad de la representación.
- Tan importante es el no colocar cotas de más como el que el operario no tenga que calcular o deducir ninguna cota.
- Las cotas referidas a un mismo elemento de la pieza o del mecanismo deben ir lo más agrupadas posible.
- Las circunferencias se acotarán sobre su diámetro, y no con líneas de cota paralelas a la posición de alguno de los ejes.
- En superficies rayadas, al poner la cifra de cota se deberá interrumpir el rayado.

1.4. Sistemas de representación de piezas

En la representación de la forma de las piezas se emplean dos métodos:

- **Sistema diédrico.** Es un sistema de representación cilíndrica ortogonal.
- **Perspectiva.** Constituye un sistema de representación tridimensional de un objeto.

1.4.1. Sistema diédrico

Es el sistema básico de la geometría descriptiva, que es la ciencia que trata la manera de representar una figura de dos o tres dimensiones en un plano. Por tanto, al dibujar en este sistema se reducen las tres dimensiones del espacio a las dos dimensiones del plano.

En este sistema de representación se dispone de un conjunto formado por dos planos ortogonales entre sí que se suponen colocados en posición horizontal y vertical y que se denominan, por ello, plano horizontal y vertical de proyección.

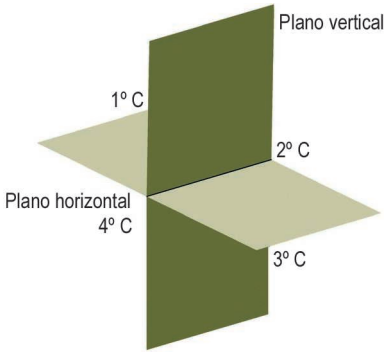


Figura 1.29. **Planos horizontal y vertical del sistema diédrico, con los cuatro cuadrantes que se forman.**

En el sistema diédrico las piezas se representan mediante sus proyecciones de haces perpendiculares a los dos planos principales de proyección (proyecciones ortogonales). Se deben utilizar los planos de proyección necesarios para definir las piezas sin que exista duda acerca de sus formas y dimensiones.

Por tanto, una proyección ortogonal de un cuerpo es la vista obtenida al situar una pieza determinada entre el observador y el plano de referencia. El observador debe colocarse frente al plano de proyección, dirigiendo a la pieza visuales paralelas entre sí, que incidan perpendicularmente sobre los planos de proyección.

Figura 1.30. **Vistas necesarias para representar esta figura.**

Las vistas de una pieza se pueden obtener por dos métodos:

- Método normal.
- Método de la caja o cubo.

© Ediciones Paraninfo

Método normal

En este método, el observador debe permanecer en un punto fijo mirando directamente a la pieza, y efectuando con esta giros de 90º se va obteniendo cada una de las vistas deseadas.

Las principales vistas de una pieza son: vista de frente (alzado), vista superior (planta), vista lateral derecha (perfil derecho) y vista lateral izquierda (perfil izquierdo). La colocación normal de las vistas se realiza en función de la relación que guardan entre sí: alzado o vista de frente, en la parte inferior de este, la planta, y los perfiles a izquierda y derecha del alzado.

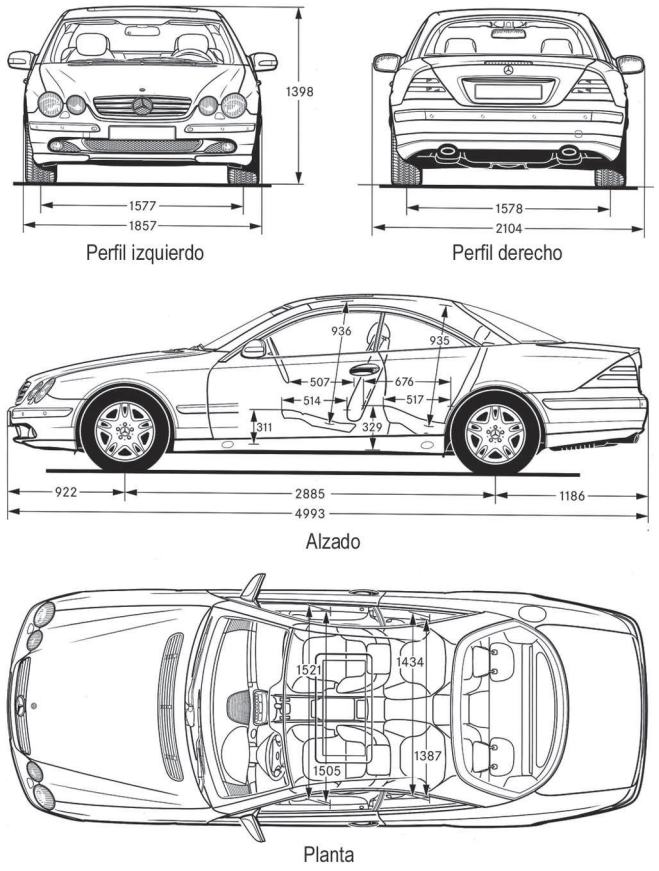


Figura 1.31. **Vistas necesarias para representar esta figura.**

Elección de las vistas

El número de vistas a representar dependerá de la complejidad de la pieza. Normalmente se representarán la vista principal o alzado, la vista superior o planta y una de las vistas laterales, derecha o izquierda (perfiles), pudiendo suprimirse una o dos de las proyecciones citadas, siempre que el objeto quede perfectamente definido por las vistas o la vista restante.

Como vista principal o de alzado, se elegirá la que al mirar al objeto o pieza, horizontalmente, proporcione una mejor idea de su forma y dimensiones, o aquella con la que se consiga una disposición más favorable de la planta y vistas laterales. Es recomendable elegir la posición de trabajo o utilización orientada de tal forma que el resto de las vistas muestren la máxima claridad posible.

Método de la caja o cubo

En este método, se supone que la pieza va encerrada en el interior de un cubo.

Para la representación de la pieza, esta se debe colocar en su posición normal de utilización, teniendo sus caras, si es posible, paralelas a los lados del cubo.

Con este sistema, las vistas se obtienen proyectando la pieza sobre cada uno de los seis planos, consiguiendo así las proyecciones ortogonales correspondientes.

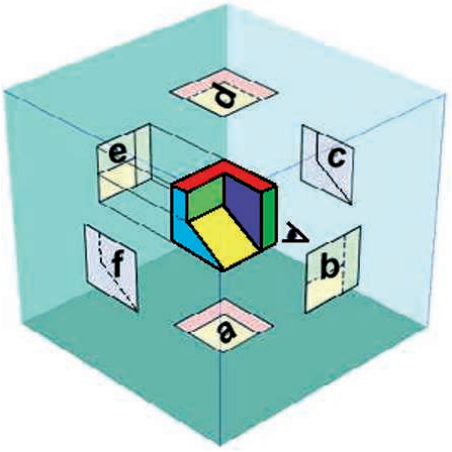


Figura 1.32. **Método de la caja o cubo.**

Para dibujar estas proyecciones sobre el plano, se considera que el cubo se abre, de forma que su desarrollo determina cada una de las vistas de la pieza. La vista de alzado se sitúa directamente sobre el plano y las demás se extienden según se indica en la Figura 1.33.

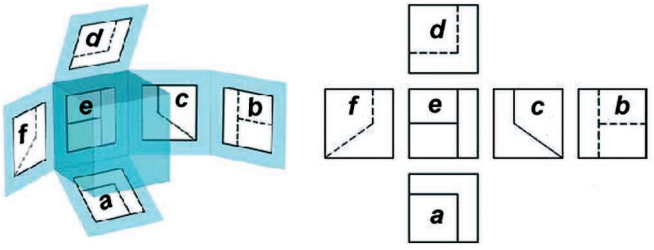


Figura 1.33. **Colocación de las vistas. Desarrollo del cubo.**

© Ediciones Paraninfo

Las distintas vistas deben guardar un orden y una correspondencia entre sí, que vienen fijados por el propio desarrollo del cubo. Las aristas ocultas se deben representar por medio de líneas de trazos.

La denominación de las vistas es la siguiente:

- La vista superior recibe el nombre de planta superior y define la pieza por su longitud y su anchura.
- La vista posterior recibe el nombre de alzado posterior, y define, al igual que el alzado, el largo y alto de la pieza.
- La vista lateral izquierda recibe el nombre de perfil izquierdo, y define la altura y anchura de la pieza.
- La vista inferior recibe la denominación de planta inferior, y define el largo y ancho de la pieza.
- La vista de frente recibe el nombre de alzado o vista principal, quedando la pieza definida en esta vista por su longitud y por su altura.
- La vista lateral derecha recibe el nombre de perfil derecho, y define, como el anterior, el alto y ancho de la pieza.

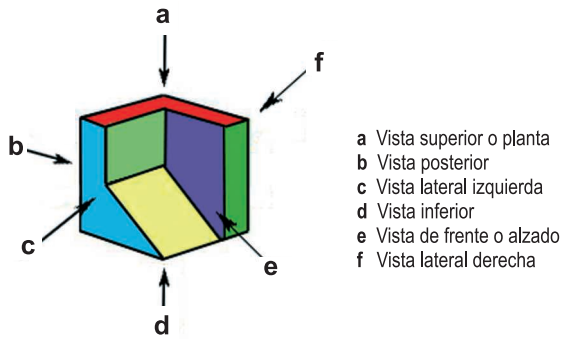


Figura 1.34. **Vistas de una pieza.**

Normalmente, para la representación de una pieza solo son necesarias una, dos o tres vistas, y raramente se necesitan más vistas complementarias para definirla completamente.

1.4.2. Perspectiva

El dibujo en perspectiva tiene por objeto representar un cuerpo por medio de una sola vista o proyección, de forma que se vean las tres dimensiones. Esto permite una más rápida y sencilla interpretación.

Entre los sistemas de representación en perspectiva más importantes, se encuentran:

- El sistema axonométrico
- La perspectiva cónica.

Sistema axonométrico

Este sistema se subdivide en dos principales: el sistema axonométrico ortogonal y la perspectiva caballera. La principal diferencia entre ambos es la dirección de los rayos de proyección respecto del plano en el que se proyectan, la cual será perpendicular o con otro ángulo en cualquiera de ambos casos.

Sistema axonométrico ortogonal

La perspectiva axonométrica es un sistema de representación gráfica, consistente en representar elementos geométricos o volúmenes en un plano, mediante proyección ortogonal, referida a tres ejes ortogonales, de tal forma que conserven sus proporciones en las tres direcciones del espacio: altura, anchura y longitud. De los tres ejes del plano proyectante, el referente a la altura será siempre vertical, aunque los referentes a longitud y anchura pueden disponerse con cualquier ángulo

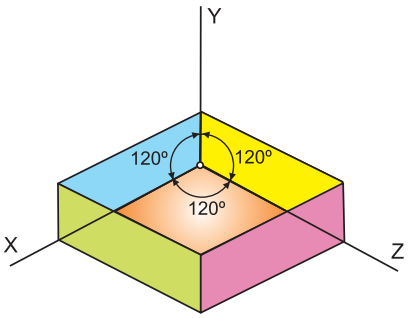


Figura 1.35. **Ejes de la perspectiva axonométrica isométrica.**

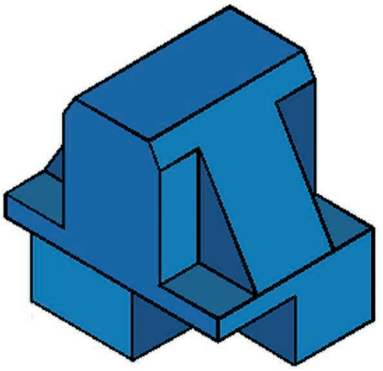


Figura 1.36. **Representación isométrica de una pieza.**

En este sistema, los ejes forman ángulos obtusos. Cuando los tres ejes forman ángulos iguales (120º), el sistema de representación se denomina entonces perspectiva axonométrica **isométrica,** en la que los tres ejes sufren la misma reducción (0,816:1). Se utiliza en aquellas

© Ediciones Paraninfo

representaciones en las que conviene mostrar detalles importantes en las tres vistas de la pieza.

Cuando los ejes forman dos ángulos iguales y uno diferente, la representación adopta el nombre de perspectiva axonométrica **dimétrica,** en la que hay dos reducciones diferentes. Se utiliza en las representaciones que muestran detalles importantes en solo una de las tres vistas.

Si los tres ejes forman ángulos diferentes, la representación se denomina axonométrica **trimétrica,** en la que hay tres reducciones diferentes.

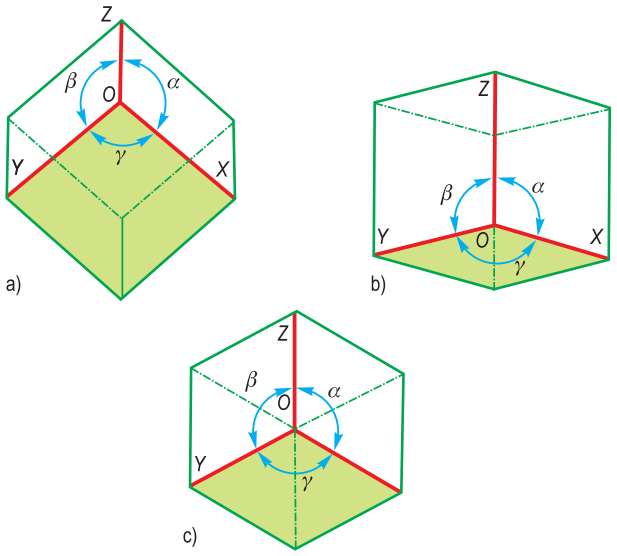


Figura 1.37. **Perspectiva axonométrica: a) isométrica, b) dimétrica, c) trimétrica.**

En cualquiera de los tres sistemas, por el hecho de estar los ejes inclinados respecto al plano del dibujo, al proyectarse, aparecen reducidos. Cualquier línea paralela a alguno de los tres ejes, reducirá su magnitud en función de un coeficiente que dependerá de la inclinación de dicho eje sobre el plano del dibujo.

El método de ejecución del dibujo consiste, en primer lugar, en elegir la inclinación de los ejes en función de las características de la pieza en cuestión, y después, comenzando por un extremo o desde un eje de simetría, ir trazando paralelas y perpendiculares a los ejes, hasta su total definición.

Antes de comenzar la representación, y a fin de comprender totalmente la forma de la pieza, es conveniente repasar sus diferentes proyecciones ortogonales (vistas) y el croquis preliminar.

Perspectiva axonométrica isométrica de la circunferencia

Una circunferencia, situada en una o varias caras de una pieza, se proyecta según una elipse. La construcción de la elipse no presenta mayor dificultad. Para ello se sitúa la circunferencia en un cuadrado circunscrito con dos diámetros perpendiculares *AB* y *CD*. A continuación se representa dicho cuadrado, junto con los diámetros conjugados de la circunferencia, sobre el plano deseado y después se sigue el método tradicional de construcción de una elipse conociendo los dos ejes (diagonales del romboide formado) y los puntos de tangencia *A*, *B*, *C* y *D*.

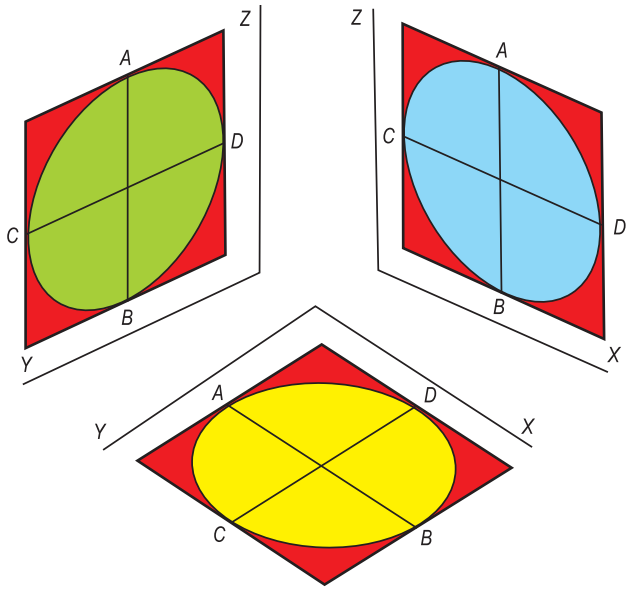


Figura 1.38. **Perspectiva axonométrica de la circunferencia.**

Como ayuda para el trazado, los diferentes planos de proyección: vertical, horizontal y de perfil, pueden representarse como las caras de un cubo. La construcción de las elipses puede realizarse como se ha referido anteriormente, o utilizando otros sistemas de trazado.

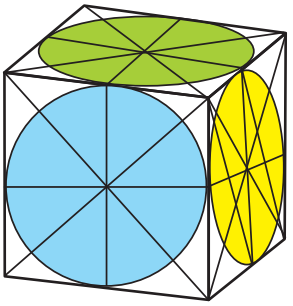


Figura 1.39. **Representación axonométrica de la circunferencia en las caras de un cubo.**

Perspectiva caballera

La perspectiva caballera es un sistema de proyecciones paralelas que permite obtener una representación de la pieza o elemento en su aspecto habitual. Al igual que

© Ediciones Paraninfo

la perspectiva axonométrica dimétrica (dos ángulos iguales y el otro desigual), se utiliza en aquellas representaciones que deben mostrar detalles significativos, de manera clara, en una sola vista.

En este sistema, los ejes *X* y *Z* forman un ángulo de 90º, paralelo al papel y que, por tanto, no se deforma.

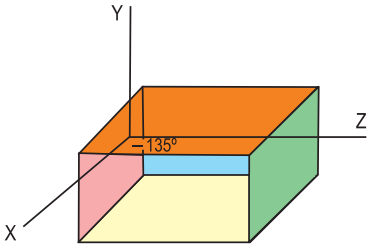


Figura 1.40. Ejes de la perspectiva caballera.

Todas las medidas o cotas que se lleven sobre los ejes *X* y *Z* o sobre rectas paralelas a ellos, se dibujan en verdadera magnitud.

El eje *Y* puede formar, en proyección, un ángulo cualquiera con el eje *X*.

Aunque siempre es recomendable utilizar un ángulo de −135º, pueden emplearse también los valores de 45º, 135º y −45º.

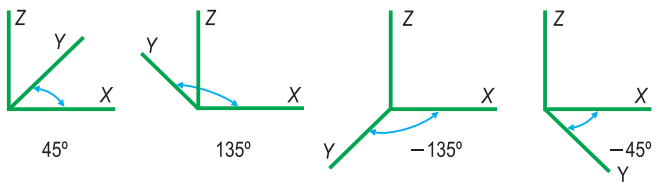


Figura 1.41. Algunos ángulos que pueden formar los tres ejes en perspectiva caballera.

El eje *Y* determina la profundidad de la pieza y al estar proyectado de forma oblicua, a las líneas trazadas de forma paralela a este eje se les debe aplicar un coeficiente de reducción (μ). Los valores de reducción más usuales son: 0,5, 0,6, 0,7 y 0,8.

El método de ejecución consiste, al igual que en el sistema axonométrico, en ir trazando las líneas que definen la pieza de forma paralela a los tres ejes de referencia.

A veces, también resulta interesante imaginar la pieza como un conjunto de formas geométricas simples, para realizar su representación como un montaje en superposición de las mismas.

Asimismo, el trazado de la perspectiva caballera de una pieza puede realizarse partiendo de las proyecciones ortogonales o vistas de la misma, trazando las líneas proyectantes paralelas a los ejes de referencia, determinando sus intersecciones, las líneas de la pieza.

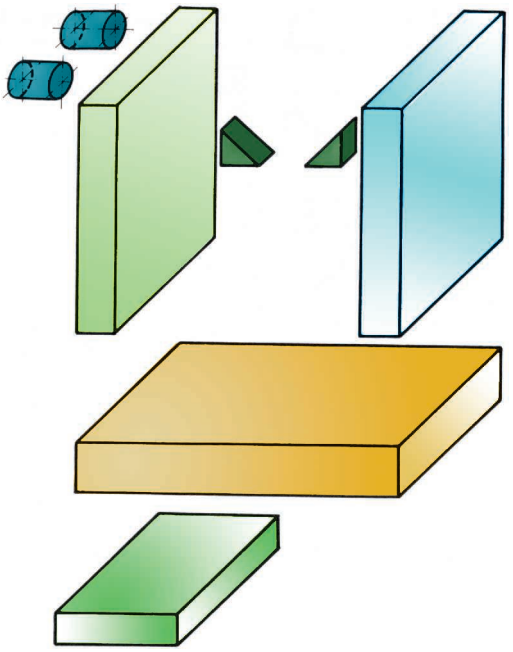


Figura 1.42. Representación en perspectiva caballera de una pieza como un conjunto de formas geométricas.

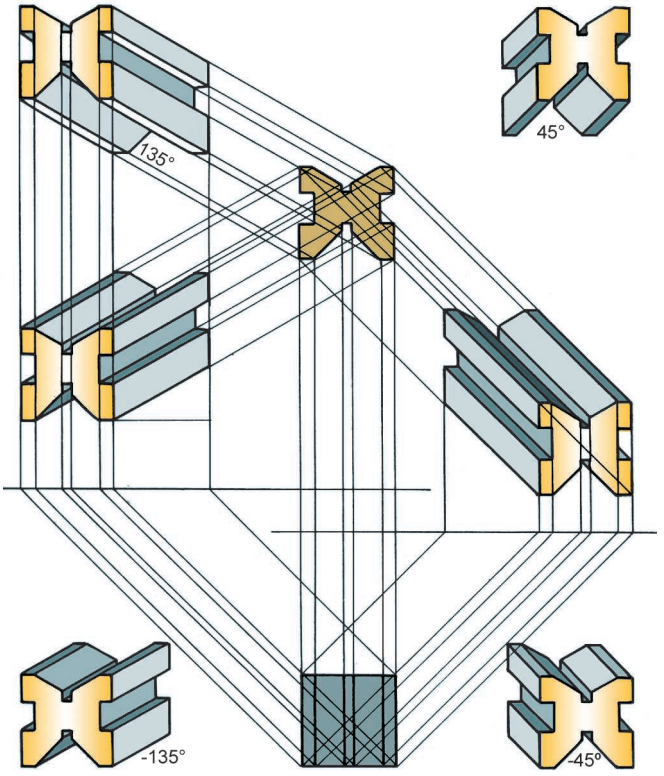


Figura 1.43. Representación en perspectiva caballera de una pieza partiendo de sus proyecciones ortogonales.

© Ediciones Paraninfo

La perspectiva caballera recibe el nombre de perspectiva rápida, pues ofrece la ventaja de no deformar los elementos paralelos al plano definido por los ejes *X* y *Z*.

Perspectiva caballera de la circunferencia

La circunferencia se representa en perspectiva caballera de dos formas distintas:

- En el plano definido por los ejes *X* y *Z*, la proyección es la misma circunferencia de radio dado (*R*).
- En los otros dos planos restantes, la proyección consiste en sendas elipses. Para el trazado de las mismas, el método que menos líneas requiere consiste, en primer lugar, en dibujar el cuadrado inscrito y los diámetros conjugados. De este modo aparece la figura de un romboide cuyos lados son paralelos a los diámetros de la elipse. La elipse se debe trazar con plantilla de curvas.

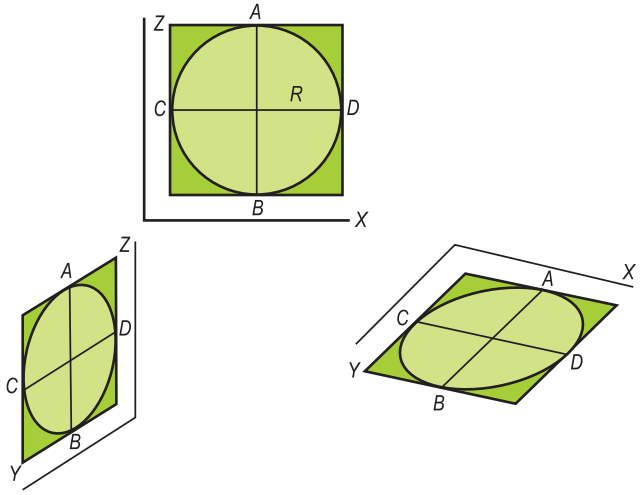


Figura 1.44. Perspectiva caballera de la circunferencia.

Del mismo modo que en el sistema axonométrico, los diferentes planos de proyección (vertical, horizontal y de perfil) pueden representarse como las caras de un cubo.

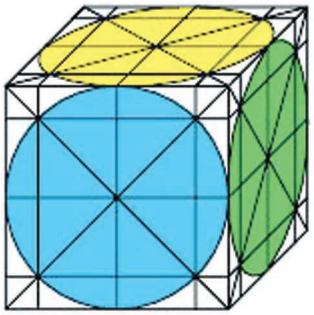


Figura 1.45. Representación en perspectiva caballera de la circunferencia en las caras de un cubo.

Perspectiva cónica

Consiste en un sistema de representación gráfica basado en la proyección tridimensional de un cuerpo sobre un plano, mediante rectas proyectantes o haces de luz, que pasan por un punto denominado «punto de fuga». El resultado se aproxima a la visión obtenida si el ojo estuviera situado en dicho punto.

Este sistema es el más adecuado para representar el espacio tal y como es percibido por el ojo humano, por lo que se utiliza frecuentemente para la representación de edificios y volúmenes. Por el contrario, para la analítica del espacio resulta poco apropiado, pues las operaciones son muy laboriosas y no permite percibir la profundidad espacial en su verdadera magnitud.

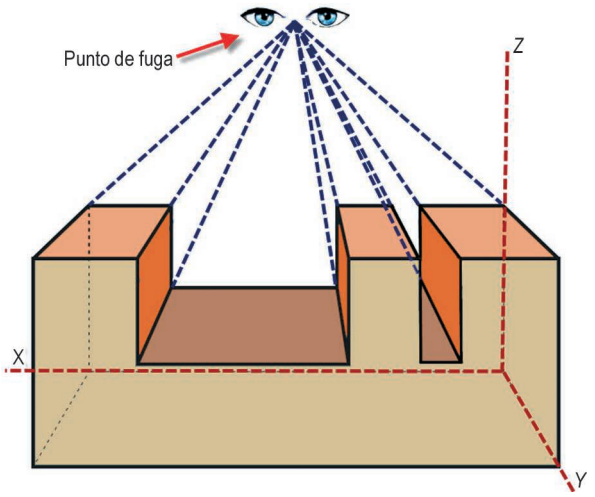


Figura 1.46. Representación de una pieza mediante perspectiva cónica.

1.5. Croquizado

Se denomina «croquis acotado» a los dibujos de piezas u objetos realizados de forma rápida a lápiz y a mano alzada, en los que se detallan todas sus formas y dimensiones, para poder fabricarlos. Los croquis no se harán a escala, pero, sin embargo, se procurará que las líneas del dibujo guarden cierta relación de proporcionalidad.

Es aconsejable realizar los croquis aproximadamente al mismo tamaño que el de la pieza, sobre todo cuando las dimensiones de esta son normales, sin embargo, cuando se trate de piezas grandes y sencillas, deberán representarse más pequeñas. Las piezas de tamaño reducido se croquizarán a mayor dimensión, de tal manera que se aprecien con claridad todas sus formas. El croquis suele dibujarse en perspectiva si la pieza es sencilla o bien se dibujan las vistas más significativas (alzado y planta).

© Ediciones Paraninfo

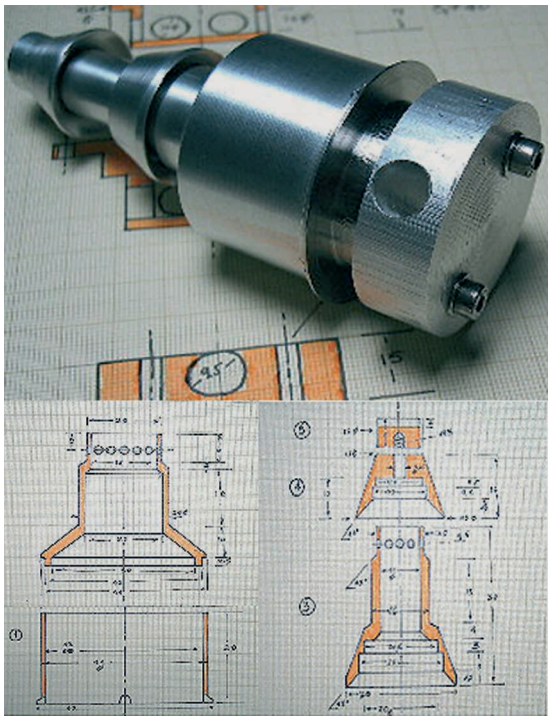


Figura 1.47. **Ejemplo de croquizado.**

El croquis puede hacerse tomando las vistas directamente de la pieza o bien concibiendo la pieza para su fabricación. Debe ser limpio y claro, sin exceso de líneas para facilitar su interpretación. Es un dibujo rápido que se hace con pocos instrumentos de dibujo, pero no a la ligera, ya que a veces un croquis basta para la ejecución de la pieza. En muchos casos, el croquis es la base del dibujo normalizado.

1.5.1. Pasos a seguir para la realización de un croquis

Una vez estudiada la pieza, se dibujan en primer lugar los ejes de simetría total o parcial que tenga, completando luego las vistas y agregando después las cotas y leyendas que requiera la pieza para su total descripción.

Si existen detalles pequeños que presenten alguna complejidad, se representan ampliados de forma que puedan apreciarse con absoluta claridad.

1.5.2. Toma de medidas

Las medidas que todo croquis debe llevar se indican por medio de cifras (en mm) que se colocan sobre las líneas de cota; estas, a su vez, deben estar rematadas por dos puntas de flecha tal y como se describe en el apartado de acotación.

Como norma general para la medición, conviene suponer las operaciones que hay que hacer para construir la pieza. Así, las primeras medidas que deben anotarse son las máximas o extremas, de longitud, anchura y altura; después se toman, con referencia a un plano base, las medidas de rebajes, cajas, profundidades, etc. A continuación se deben medir las distancias entre ejes de simetría total o parcial, si los hay, y entre planos principales de la pieza. Finalmente, se miden las cotas secundarias de pequeños detalles del cuerpo.

Para llevar a cabo la toma de medidas se utilizan diversos instrumentos: metro, regla milimetrada, calibre o pie de rey, tornillo micrométrico, escuadras fijas y móviles, compases de espesores, plantillas o peines para curvas regulares e irregulares, peines o galgas de roscas, etcétera.

1.6. Cortes y secciones

Un método que resulta práctico para representar partes no visibles y evita, en muchas ocasiones, realizar un mayor número de vistas, es el de representar la pieza como si se le realizara un corte, dejando visibles las partes que nos interesan.

Se denomina corte a la división imaginaria de un objeto por medio de uno o varios planos perpendiculares o paralelos a la superficie del dibujo, para permitir una clara representación de la forma externa e interna del objeto o para indicar sus dimensiones.

1.6.1. Diferencia entre corte y sección

La sección de una pieza cortada por un plano representa la parte de la pieza que está en contacto directo con

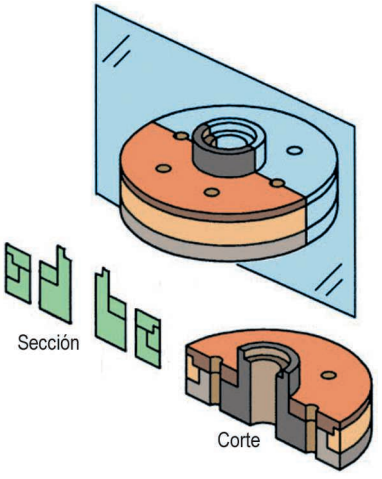


Figura 1.48. **Diferencia entre corte y sección.**

© Ediciones Paraninfo

la parte trasera del plano de corte. En cambio, el corte representa toda la parte de la pieza situada detrás del plano de corte.

Cuando se representa una sección, a diferencia de un corte, no se representa el resto de la pieza que queda detrás de la misma.

1.6.2. Pasos a seguir para la ejecución de un corte

Para una correcta ejecución de un corte, se deben seguir los siguientes pasos:

1. Analizar la mejor manera de aclarar el dibujo, sustituyendo las líneas ocultas (de trazos) por líneas vistas (llenas), eligiendo el corte más conveniente.
2. Escoger el plano de corte, paralelo a los planos de proyección y que pase por la parte hueca de la pieza. Las secciones de una pieza pueden darse mediante uno o varios planos, según convenga. En el primer caso, cuando se corta por un solo plano, la línea es recta; en el segundo, al cortar por varios planos, es quebrada. La dirección visual de la sección se indica mediante flechas (dos veces mayores que las flechas de cota). Para indicar el trazado de la sección, las líneas de corte están provistas de letras mayúsculas.
3. Retirar la parte delimitada por el plano de corte más cercana al observador.
4. Dibujar toda la parte de la pieza situada detrás, siendo la figura obtenida un corte.
5. Las líneas ocultas tras las líneas de corte generalmente se omiten, a menos que sean necesarias para aclarar el dibujo.
6. Cuando se realiza un corte hay que indicar en qué dirección se ha practicado. Para ello, la línea que determina el corte debe acabar en cada extremo con un guion grueso, sobre los cuales se traza una flecha y se coloca al lado de la misma una letra mayúscula. Sobre la vista seccionada de la pieza se escribe el nombre que corresponda a la dirección del corte.

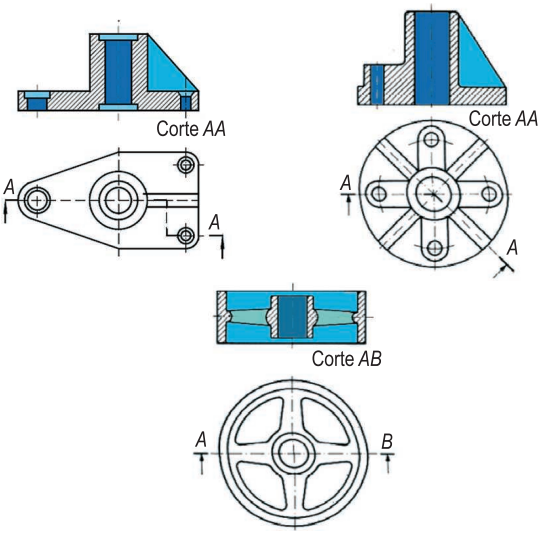


Figura 1.50. Diferentes tipos de planos de corte.

Las reglas a seguir para la representación de los cortes, las secciones y las roturas, se recogen en la norma UNE 1-032-82.

1.6.3. Clases de corte

Los tipos de corte más usuales son los siguientes:

- **Corte total.** Se denomina así al corte que se realiza por medio de un plano cortante, paralelo a los planos de proyección en toda su longitud, según un eje y sin cambiar de dirección. El plano de corte puede ser:

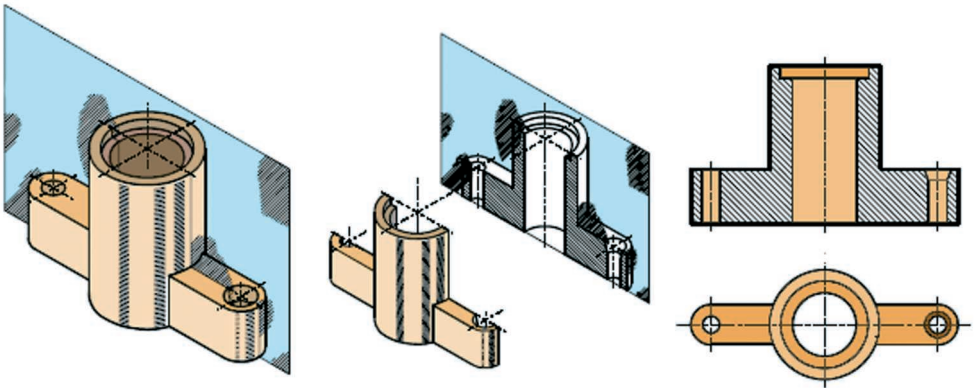


Figura 1.49. Ejecución de un corte.

© Ediciones Paraninfo

– Paralelo al plano vertical.
– Paralelo al plano horizontal.
– Paralelo al plano de perfil.

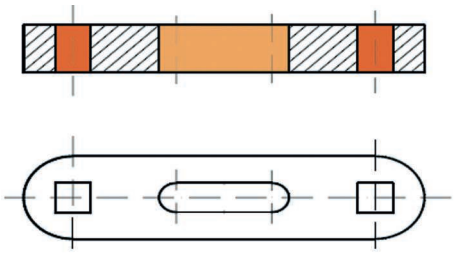


Figura 1.51. **Corte total.**

- **Medio corte.** Consiste en representar una parte de la pieza cortada y la otra sin cortar. Se suele emplear en piezas simétricas y tiene la ventaja de poder mostrar en una sola vista la forma interna y externa de la pieza. De esta manera, la pieza consta de una mitad con la vista exterior y la otra con un corte total.

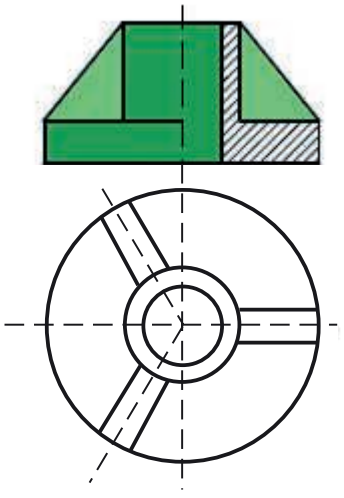


Figura 1.52. **Medio corte.**

- **Corte parcial.** Se utiliza para representar pequeñas formas ocultas de una pieza, ya que en algunas ocasiones no es necesario realizar un corte total, debido al tamaño del detalle o para realzarlo más.

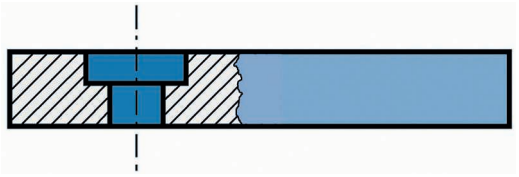


Figura 1.53. **Corte parcial.**

1.6.4. Roturas

Las roturas se utilizan para representar piezas de gran tamaño, que por sus dimensiones no encajan en el plano de dibujo a una escala suficiente para poder apreciar todos sus detalles. Mediante esta técnica, se eliminan partes de la pieza que no resultan importantes para su correcta interpretación.

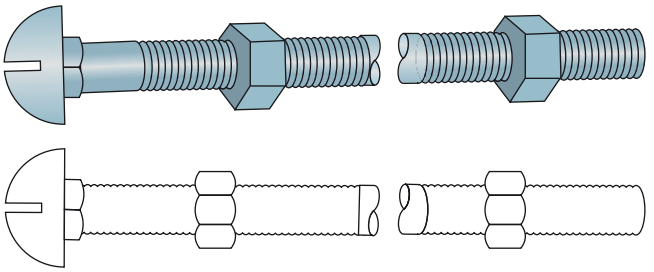


Figura 1.54. **Dibujo con representación de líneas de rotura o interrupción.**

1.6.5. Representación de secciones de materiales

Existen casos especiales en los que el rayado, en lugar de hacerse con líneas finas y de separación uniforme, se realiza de otra forma o incluso se suprime, sustituyéndose por zonas coloreadas. De esta forma, se consigue especificar el material de que se trata, sin hacer indicación expresa de ello.

En la Tabla 1.3 se indican algunos de los materiales más significativos, con la forma del rayado y su color respectivo.

1.7. Especificaciones superficiales

En los dibujos de fabricación, ensamblajes o despieces, además de la representación, el acotado, las secciones, etc., es necesario especificar el estado superficial o grado de acabado de las piezas. Asimismo, es conveniente indicar las tolerancias de medida que hagan posible la utilización de la pieza fabricada, y en el caso de piezas ensambladas, que pueda obtenerse el asiento o montaje proyectado.

Por tanto, en el proyecto o diseño de una pieza, además de la forma y dimensiones, hay que tener en cuenta:

- La clase de superficie o estado superficial de la pieza.
- Las tolerancias de medida para su fabricación.
- Los ajustes o encajes entre piezas.

© Ediciones Paraninfo

Tabla 1.3. Rayado de secciones en función del tipo de material.

Rayado	Color	Material
	Lila	Acero
	Rojo	Cobre
	Naranja	Bronce
	Verde claro	Estaño, plomo, cinc
	Gris	Fundición gris
	Azul claro	Fundición maleable
	Amarillo	Latón
	Lila claro	Níquel y sus aleaciones
	Verde	Metales ligeros

De la representación o dibujo de la pieza debe deducirse el estado superficial. Para ello, pueden utilizarse tantos signos adecuados como indicaciones escritas de las distintas calidades superficiales, aunque sin especificar, en ningún caso, el proceso de fabricación.

La norma UNE 1037 recoge la información para hacer constar en el dibujo los signos y las indicaciones que expresen el estado superficial de las piezas. Los puntos que desarrolla son los siguientes:

- El objeto de los signos superficiales.
- Las clases de superficies (en bruto, mecanizadas y tratadas).
- Las calidades superficiales, en función del grado de alisado.
- Las irregularidades superficiales (rugosidad y ondulación). Clasificación y medida.
- Los signos superficiales que especifican la uniformidad y alisado.
- Indicaciones escritas.
- La representación de signos superficiales e indicaciones escritas en los dibujos.
- La delimitación de superficies.
- La indicación a título de orientación, de los procedimientos de trabajo para obtener los distintos grados de acabado o estado superficial de las piezas.

Resulta interesante tener presente que:

- Los signos superficiales o indicaciones escritas no afectan a la precisión de medida o de dimensiones, y sí establecen el valor (en micras) de las irregularidades superficiales.
- Los signos de mecanizado no especifican la sobremedida que han de tener las piezas para que sea posible la operación de mecanizado.

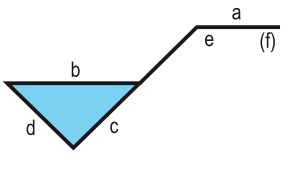
Los signos superficiales en el dibujo de una pieza tienen por objeto indicar las clases de superficie (en bruto, mecanizada, tratada) y sus cualidades (uniformidad y alisado), según el trabajo a que esté destinada o la apariencia que deba tener.

1.7.1. Símbolos utilizados en la indicación de los estados superficiales

En cuanto a los símbolos utilizados en la indicación de los estados superficiales, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- El símbolo base está formado por dos trazos iguales, con una inclinación de unos 60º con relación a la superficie considerada.
- Cuando el mecanizado es con arranque de viruta, se añade un trazo al símbolo base.
- Si no está permitido el arranque de viruta, debe añadirse un círculo al símbolo básico.

Figura 1.55. Simbología para el mecanizado.



a Proceso de fabricación, tratamiento o recubrimiento.
b Valor de la rugosidad o el número de la clase de rugosidad.
c Dirección de las estrías de mecanizado.
d Sobremedida para el mecanizado.
e Longitud básica.
f Otros valores de rugosidad.

Figura 1.56. Forma de colocar las especificaciones del estado superficial.

© Ediciones Paraninfo

1.7.2. Especificación convencional de las superficies

Los signos superficiales que se detallan a continuación, y que deberán emplearse en los dibujos, indican, fundamentalmente, la clase de superficie, no teniendo relación alguna con el proceso de mecanizado que haya de emplearse en el taller.

Los procedimientos de trabajo que se citan en las explicaciones de los signos, como laminar, forjar, desbastar, etc., sirven únicamente para dar a conocer el carácter indicado por cada signo normalizado correspondiente a superficies en bruto o mecanizadas de un grado definido.

Los signos convencionales establecen:

- Calidades superficiales en bruto.
  - Sin signo superficial. Indica uniformidad y alisado superficial, que se consigue mediante los procedimientos habituales, sin levantar virutas (laminar, forjar, estirar, prensar, cortar, fundir, etc.).
  - Signo de aproximado. Expresa uniformidad y alisado superficial, que se consigue mediante los procedimientos usuales sin levantar virutas, realizados cuidadosamente (pulir en estampa, fundir con cuidado, etc.). Solamente cuando estas condiciones no pueden cumplirse, habrá que mecanizar tales superficies.

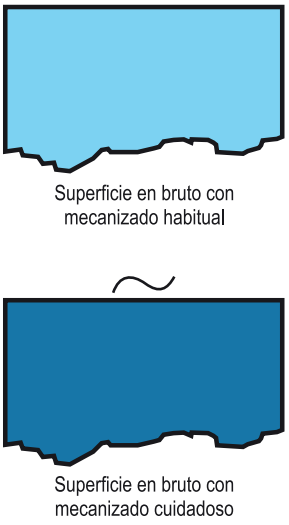


Figura 1.57. Calidades superficiales en bruto.

- Calidades superficiales mejoradas, con demasía para mecanizado, para las que se dispone:
  - Un triángulo (desbastado). Representa uniformidad y alisado superficial, se consigue mediante uno o más desbastados con levantamiento de virutas. Las marcas producidas por el mecanizado pueden ser apreciadas claramente al tacto o a simple vista.
  - Dos triángulos (afinado). Indican uniformidad y alisado superficial, se consigue mediante uno o más alisados con levantamiento de virutas. Las marcas pueden ser apreciadas, aún a simple vista.
  - Tres triángulos (refinado). Expresan uniformidad y alisado superficial, se consigue mediante uno o más alisados cuidadosos. Las marcas no deben ser ya visibles a simple vista.
  - Cuatro triángulos (superacabado). Expresan, asimismo, uniformidad y alisado superficial, conseguidos mediante uno o más alisados por procedimientos de superacabado. Las marcas no deben ser en absoluto visibles a simple vista.

Tabla 1.4. Calidades superficiales mejoradas de material

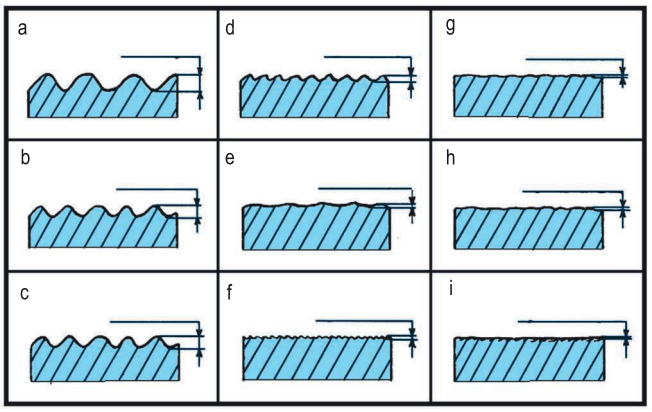
Símbolo	Designación	Proceso de mecanizado
~	N12	Superficie en bruto esmerada
	N11	
▼	N10	Desbastado
▼▼	N9	Afinado
	N8	
	N7	
▼▼▼	N6	Refinado
	N5	
	N4	
▼▼▼▼	N3	Superacabado
	N2	
	N1	

Para mayor precisión en la valoración del estado superficial de las piezas, el grado de acabado se define en función de las características del perfil de la rugosidad de la superficie.

Para determinar la rugosidad se parte de las siguientes características del perfil:

- Paso. Es la distancia media entre los vértices más sobresalientes del perfil efectivo.

© Ediciones Paraninfo



a Superficie burilada.
b Superficie cepillada.
c Superficie torneada.
d Superficie limada.
e Superficie raspada.
f Superficie rectificada con muela.
g Superficie pulida.
h Superficie esmerilada.
i Superficie bruñida.

Figura 1.58. Estado superficial de las pizas (desniveles) en función de la operación de mecanizado realizada.

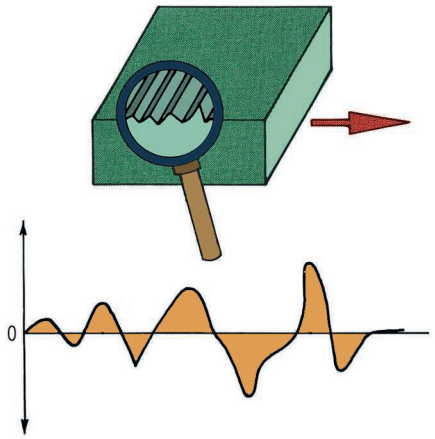


Figura 1.59. Perfil de la rugosidad superficial.

- Línea media del perfil. Es la línea que divide el perfil de la rugosidad de tal forma que la suma de las áreas del perfil que quedan por encima de esta línea, es igual a la suma de las que quedan por debajo.
- Media aritmética de las desviaciones del perfil respecto a la línea media. Es el valor medio de las ordenadas del perfil efectivo respecto a la línea media. Su valor se expresa en micras y se adopta como medida de la rugosidad.

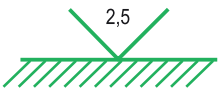


Figura 1.60. Superficie con rugosidades cuya media aritmética es de 2,5 micras.

Para determinar el valor de las rugosidades se utilizan los aparatos denominados rugosímetros, formados básicamente por una unidad central que recibe información de un dispositivo de avance manual o motorizado con cabeza palpadora que verifica el trayecto de medición ajustado. La lectura se realiza en el visualizador digital o en la impresora.

Figura 1.61. Rugosímetro.

1.7.3. Indicaciones escritas para las distintas clases de superficies

Los mecanizados especiales y los tratamientos se especificarán mediante indicaciones escritas y con el auxilio de una línea de referencia, la cual, cuando precede a un mecanizado, se acoplará al correspondiente signo de aquel.

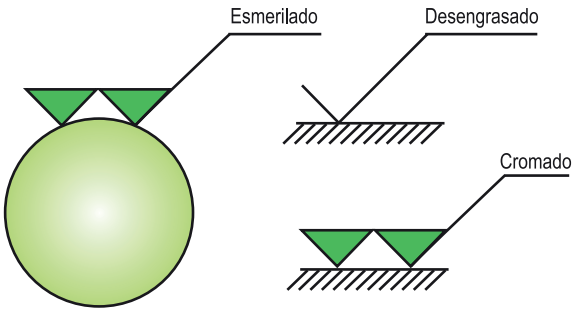


Figura 1.62. Indicaciones escritas de mecanizados especiales y tratamientos superficiales.

Las indicaciones escritas más usuales son:

- Mecanizados especiales: esmerilado, amolado, etcétera.
- Tratamientos especiales que tienen por objeto:

© Ediciones Paraninfo

– Modificar las propiedades del material: recocido, templado, etcétera.
– La protección contra la corrosión: galvanizado, niquelado, etcétera.
– El embellecimiento de la superficie: limpiado, pintado, etcétera.

No se especificarán los tratamientos que necesariamente tienen que preceder o seguir a la producción del estado final superficial caracterizado por la indicación escrita. El caso del niquelado, por ejemplo, no necesita especificarse en la indicación escrita: el desengrasado, decapado, etc., que precede al niquelado, ni el lavado, secado, etc., que le siguen. Por el contrario, si un tratamiento preliminar conveniente no se deduce necesariamente del estado final de la superficie caracterizado por la indicación escrita, sí se hace necesario el especificar al lado de esta el tratamiento preliminar. Si, por ejemplo, un objeto ha de ser enmasillado y pintado, no basta la indicación de pintado porque al pintado no precede siempre el enmasillado. En este caso, es necesario dar ambas indicaciones, es decir, enmasillado y pintado.

1.7.4. Indicación de superficies en los dibujos

Al indicar las superficies en los dibujos se ha de tener en cuenta lo siguiente:

- Normalmente se trazarán los signos superficiales sobre las líneas que representen las superficies que se han de mecanizar o, si falta espacio, en las líneas auxiliares que prolonguen aquellas.
- En las superficies de contacto entre piezas dibujadas contiguamente bastará indicar el signo una sola vez, cuando la clase superficial sea la misma para ambas superficies.
- Si todas las superficies de una misma pieza han de tener las mismas calidades, en vez de representar el signo superficial en cada una de las líneas que las representan, bastará con colocarlo al lado de la pieza o de su marca, trazándolo de mayor tamaño que el habitual.
- El símbolo solamente deberá figurar una vez para una superficie dada y, si es posible, sobre la vista que exprese la dimensión que define el tamaño o posición de dicha superficie.
- En las piezas representadas con varias vistas o cortes, se indicarán los signos en la representación acotada.

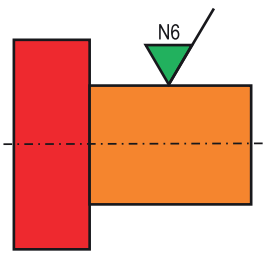


Figura 1.63. Ejemplo de especificación superficial.

1.8. Tolerancias de medida

Ante la imposibilidad de construir piezas con medidas rigurosamente iguales a las fijadas, se ha introducido en los proyectos de fabricación el concepto de tolerancia.

Lo ideal sería la fabricación de piezas exactamente iguales tanto en calidad de material como de forma y dimensiones, y no siendo estas últimas condiciones prácticamente posibles, obliga a que se toleren inexactitudes de forma y dimensiones, comprendidas entre límites admisibles para que las piezas construidas sirvan como si se hubiesen fabricado expresamente para la máquina en la que se montan.

Los límites de inexactitud o de tolerancia de dimensiones en la fabricación de piezas supone un problema de precisión de ejecución, para cuya solución necesariamente se han de tener presente varias circunstancias: la de obtención o fabricación y la de utilización o empleo de la pieza fabricada. Este problema adquiere importancia en el caso de trabajos en serie y elaboración de piezas que han de ser totalmente intercambiables, como las utilizadas como recambio en la industria del automóvil.

En el proyecto de la pieza se estudiarán las circunstancias aludidas para resolver aquellos problemas de precisión y fabricación, precisando en los dibujos los valores máximo y mínimo de las dimensiones o medidas de las piezas. Normalmente se suele garantizar un error máximo en la fabricación para que la pieza cumpla las especificaciones requeridas.

El concepto de tolerancia representa la consideración de dimensiones sumamente pequeñas, utilizándose la micra (1 μ = 0,001 mm) como unidad de medida para expresarlas.

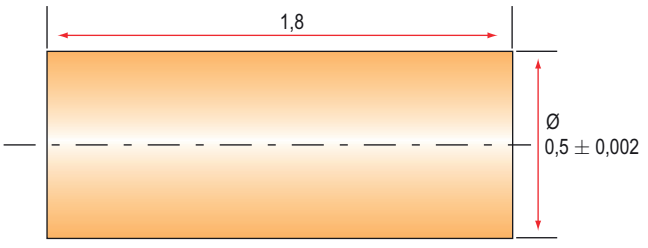


Figura 1.64. Especificación de la tolerancia.

© Ediciones Paraninfo

1.8.1. Ajustes

Se denomina ajuste a la relación existente entre las medidas de dos piezas que encajan, como el eje-agujero. En este caso, la diferencia entre la medida exterior del eje y la medida interior del agujero se denomina **juego o interferencia.**

A nivel general se consideran dos tipos de ajuste distintos:

- **Ajuste fijo (apretado):** el juego es siempre menor que cero.
- **Ajuste móvil (con juego):** el juego es siempre mayor que cero.

1.8.2. Objeto de tolerancias dimensionales

Con el fin de establecer un método adecuado de tolerancias, es necesario fijar cuadros de precisión o de errores y cuando lo exija la pieza, determinar los límites entre los cuales puede variar libremente la medida, es decir, se hace preciso que a cada medida se atribuya una tolerancia de acuerdo con su empleo.

Las tolerancias pueden referirse a medidas y formas (tolerancias macrométricas) o la rugosidad superficial (tolerancia micrométrica).

A continuación se mencionan, de forma muy resumida, ciertos conceptos y definiciones fundamentales sobre los que se basan los proyectos de fabricación.

- **Medidas constructivas** (C) (Figura 1.65). Son las que se adoptan como resultado del cálculo de dimensiones. La tolerancia se expresará a partir de ellas.
- **Medida o cota nominal.** Es la que se emplea con fines de identificación.
- **Medidas prácticas** (p) (Figura 1.65). Son las efectivas, determinadas por la medición directa. Llevan consigo el error correspondiente a las mediciones.

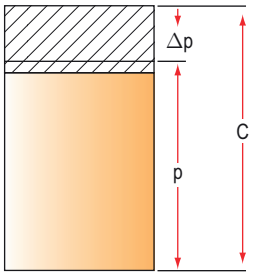


Figura 1.65. Tolerancias. Medidas constructivas y prácticas.

- **Medidas límites constructivas.** Son las dos medidas consignadas en los dibujos, despieces y especificaciones, entre las cuales, ambas inclusive, se admite que puede variar la medida efectiva.
- **Medidas límites prácticas.** Son las que resultan realmente para una pieza determinada, teniendo en cuenta las tolerancias de fabricación de los calibres y de sus desgastes.
- **Medida máxima:** $d_{máx}$ (diámetro máximo), $L_{máx}$ (longitud máxima). Es la mayor de las medidas límites (Figura 1.66).
- **Medida mínima:** $d_{mín}$ (diámetro mínimo), $L_{mín}$ (longitud mínima). Es la menor de las medidas límites (Figura 1.66).

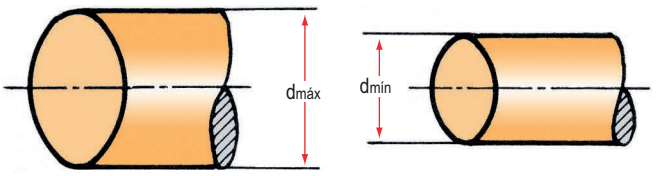


Figura 1.66. Tolerancias. Medidas máxima y mínima.

- **Diferencia o desviación nominal** (Δ). Es la diferencia entre una medida límite constructiva y la medida constructiva.
- **Diferencia o desviación superior** (Δ_s). Es la diferencia entre la medida máxima y la medida constructiva (Figura 1.67).

$$\Delta_s = L_{máx} - C$$

- **Diferencia o desviación inferior** (Δ_i). Es la diferencia entre la medida mínima y la medida constructiva (Figura 1.67).

$$\Delta_i = L_{mín} - C$$

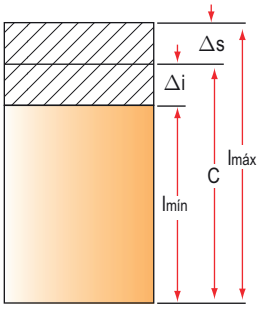


Figura 1.67. Tolerancias. Desviación superior, inferior y efectiva.

© Ediciones Paraninfo

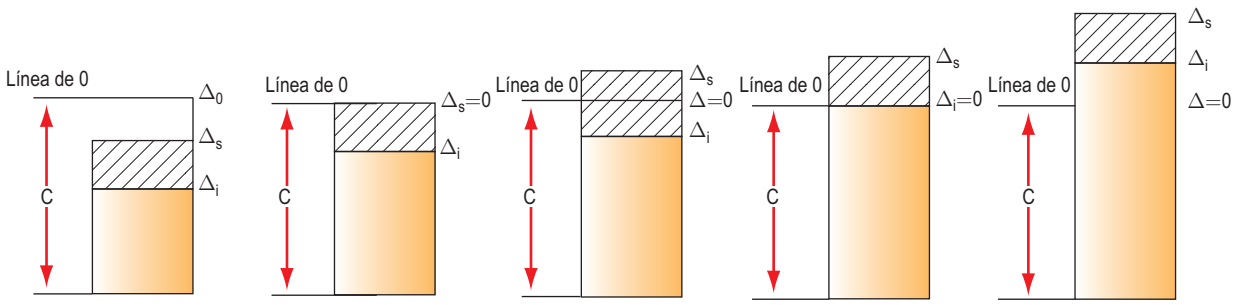


Figura 1.68. Tolerancias. Líneas de referencia.

- **Diferencia o desviación efectiva** (Δ_p). Es la diferencia entre la medida práctica y la medida constructiva.

$$\Delta_p = p - C$$

- **Línea de referencia.** En la representación gráfica de las zonas de tolerancia. Se denomina línea de referencia a la línea que corresponde a la medida constructiva C, y por tanto, con diferencia igual a cero (Figura 1.68).
- **Tolerancia** (T). Es la diferencia entre la medida máxima y la medida mínima (Figura 1.69).

$$T = D_{máx} - D_{mín}$$

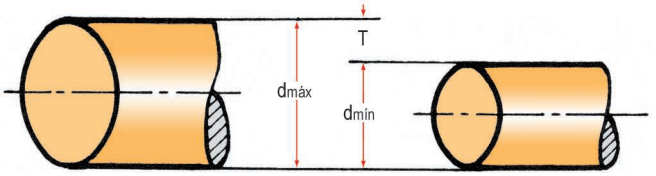


Figura 1.69. Tolerancias.

- **Zona de tolerancia.** En la representación gráfica, la zona de tolerancia es la superficie comprendida entre las líneas de contorno de medida máxima y de medida mínima (Figura 1.70).

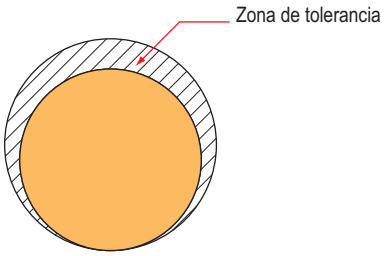


Figura 1.69. Tolerancias.

1.8.3. Tolerancias geométricas

En determinadas ocasiones, como por ejemplo en mecanismos muy precisos, piezas de grandes dimensiones, etc., la especificación de tolerancias dimensionales puede no ser suficiente para asegurar un correcto montaje y funcionamiento de los mecanismos. En estos casos se deberá especificar expresamente una tolerancia geométrica.

Las tolerancias geométricas afectan a la forma y posición de un elemento determinado. Las tolerancias de

Tabla 1.5. Tipos de tolerancias geométricas con sus características y símbolos asociados

Tipo de tolerancia	Características	Símbolo
Forma	Rectitud	—
	Planicidad	▱
	Redondez	○
	Cilindricidad	⌭
	Forma de una línea	⌒
	Forma de una superficie	⌓
Orientación	Paralelismo	//
	Perpendicularidad	⊥
	Inclinación	∠
Situación	Posición	⌖
	Concentricidad y coaxialidad	◎
	Simetría	⌯
Oscilación	Circular	↗
	Total	⌰

© Ediciones Paraninfo

forma afectan a la forma de una línea o de una superficie y las tolerancias de posición indican la tolerancia permitida en la posición relativa de los elementos en la pieza.

La indicación de las tolerancias geométricas en los dibujos se realiza por medio de un rectángulo dividido en dos o más compartimentos, los cuales contienen, de izquierda a derecha, la siguiente información:

- Símbolo de la característica a controlar.
- Valor de la tolerancia expresada en las mismas unidades utilizadas para el acotado lineal. Este valor irá precedido por el símbolo ∅ si la zona de tolerancia es circular o cilíndrica.
- Letra identificativa del elemento o elementos de referencia, si los hay.

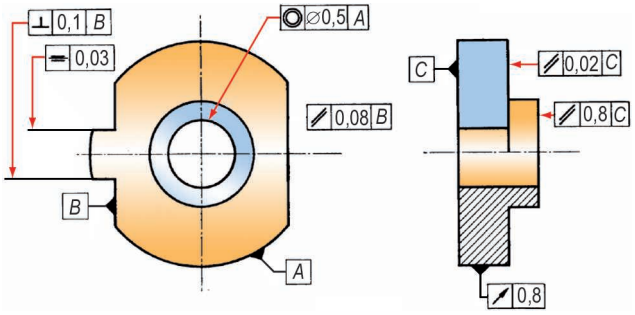


Figura 1.71. Ejemplo de especificación de tolerancias geométricas.

1.9. Dibujo asistido por ordenador

En la actualidad existen programas para el dibujo y el diseño asistido por ordenador (CAD: *Computer Assisted Detection*).

Al igual que ocurre con el dibujo manual, con un programa de CAD se puede conseguir cualquier composición por muy compleja que sea, creando cuantos objetos gráficos básicos sean precisos, enlazados entre sí, hasta formar las figuras adecuadas al proyecto. Seguidamente se procede a su traslado a papel cuando esté finalizado el trabajo en la pantalla. Un programa de CAD es capaz de crear, modificar e imprimir figuras geométricas elementales (líneas, arcos, rectángulos, elipses, etc.), con propiedades individuales propias (color, tipo de línea, medidas, etc.).

El proceso general de trabajo se basa en dos fases: subdividir el dibujo en entidades gráficas básicas, y después, seleccionar la función que hay que ejecutar e introducir los datos que solicita el programa, repitiendo esta acción cuantas veces sea preciso.

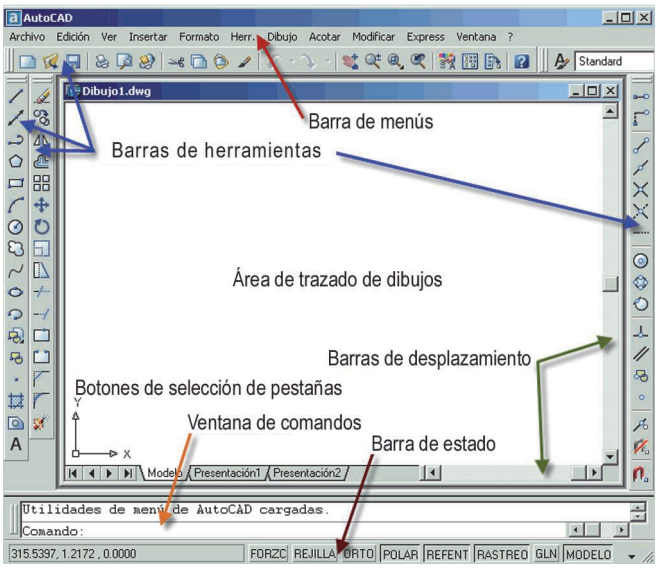


Figura 1.72. Pantalla del programa AutoCAD.

Para conseguir el dibujo definitivo, los programas de CAD utilizan funciones capaces de crear figuras geométricas básicas, ya sean de dos dimensiones, como puntos, líneas rectas, líneas curvas, circunferencias, elipses, textos, etc., o bien, tridimensionales, como prismas, cilindros, esferas, etcétera.

Figura 1.73. Diseño de una pieza mediante CAD.

El proceso es muy simple: el usuario activa la opción que le interesa, el programa solicita los datos necesarios para dibujar el objeto gráfico seleccionado, y cuando se introducen, crea la figura que corresponde a dichos datos. Los datos solicitados pueden ser introducidos con el cursor o tecleando los valores adecuados. Cuando los datos

© Ediciones Paraninfo

se introducen con el cursor, es importante que se pueda ver la solución provisional, según se mueve el cursor por la pantalla, mediante una «visualización dinámica».

Cada figura básica tiene que definirse por distintas combinaciones de datos; por ejemplo, los datos para definir una circunferencia pueden ser el centro y un punto de la circunferencia, tres puntos de la circunferencia o los extremos de un diámetro.

Entre los programas CAD más utilizados se encuentran: AutoCAD, SolidWork, 3DMAX, CATIA (muy usado por los fabricantes de automóviles), etcétera.

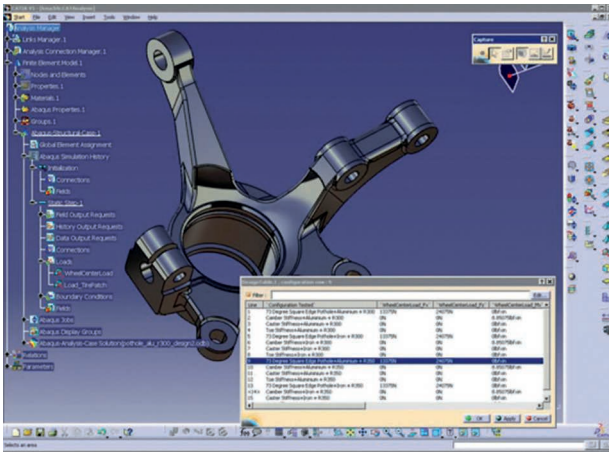


Figura 1.74. **Diseño realizado mediante el programa CATIA.**

1.10. Simbología aplicada a los procesos de reparación de carrocerías

Hoy en día, resulta imprescindible tener unos conocimientos básicos para interpretar los esquemas y dibujos técnicos y poder desarrollar, de una forma satisfactoria, muchos de los procesos y las operaciones a realizar en el área de reparación de carrocerías. Estas operaciones abarcan desde la sustitución mediante secciones parciales o de ahorro, hasta la interpretación de planos para la verificación, el control y el estiraje de carrocerías.

Hay que tener en cuenta que del correcto trazado de las líneas de corte y ensamblado, y de la exactitud en el diseño de los refuerzos, va a depender la calidad de los trabajos posteriores.

La simbología, en los procesos de reparación de carrocerías, engloba al conjunto de pictogramas que identifican, de manera gráfica, operaciones muy comunes de: corte, soldadura, estañado, biselado, sellado, etcétera.

Estos pictogramas corresponden, generalmente, a dos categorías:

- Pictogramas que describen operaciones específicas.
- Pictogramas que describen los útiles y las herramientas necesarias para llevar a cabo un determinado tipo de operación, así como precauciones e informaciones complementarias.

1.10.1. Pictogramas de operaciones específicas

Son dibujos que representan operaciones concretas de reparación y ensamblaje de piezas de la carrocería, evitando la descripción sistemática y repetitiva de los procesos. Así, mediante el pictograma apropiado, se obtiene toda la información referente al sistema de unión, de corte, etcétera.

Algunas de las operaciones más representadas son:

- Corte.
- Soldadura por puntos.
- Soldadura MIG/MAG continua o a intervalos.
- Soldadura MIG/MAG a tope.
- Estañado.
- Sellado.

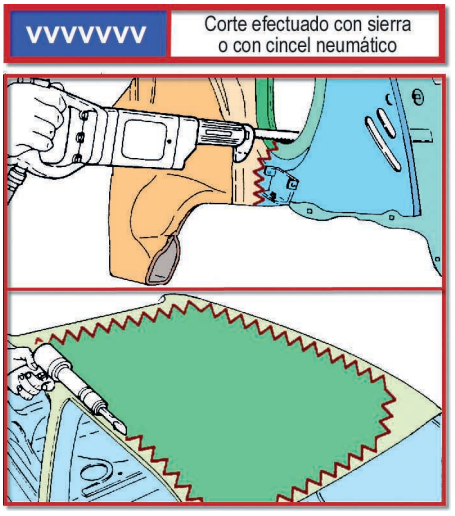


Figura 1.75. **Pictograma de corte.**

© Ediciones Paraninfo

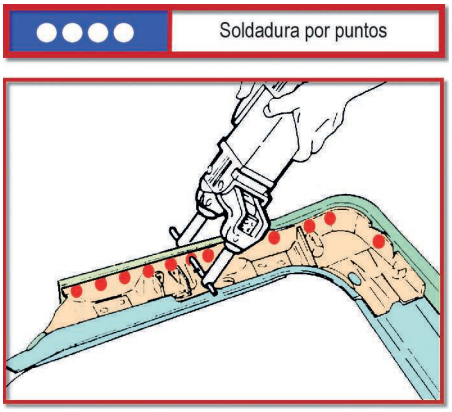


Figura 1.76. **Pictograma de soldadura por puntos.**

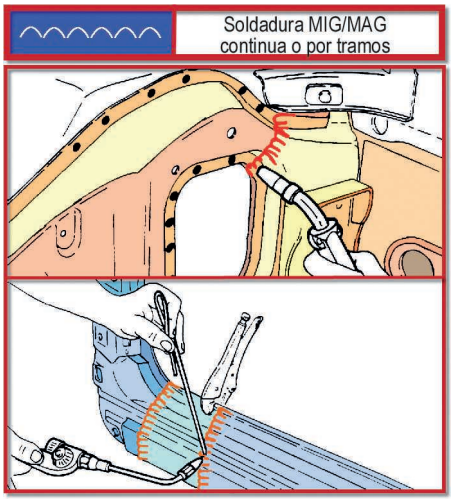


Figura 1.77. **Pictograma de soldadura continua.**

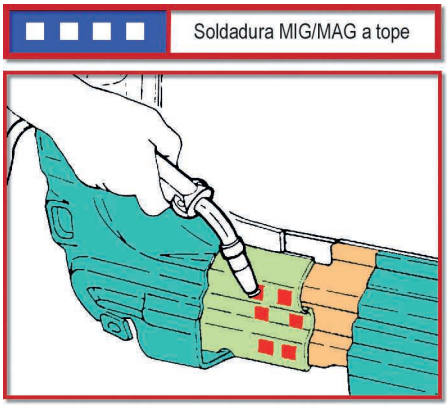


Figura 1.78. **Pictograma de soldadura MIG/MAG a tope.**

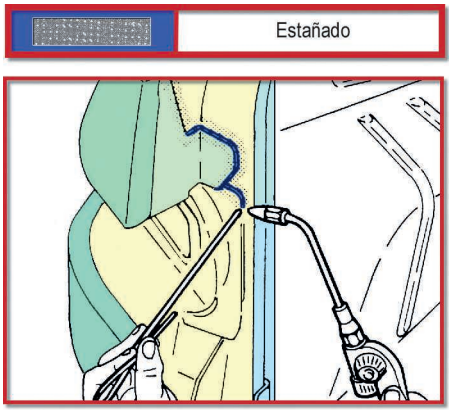


Figura 1.79. **Pictograma de estañado.**

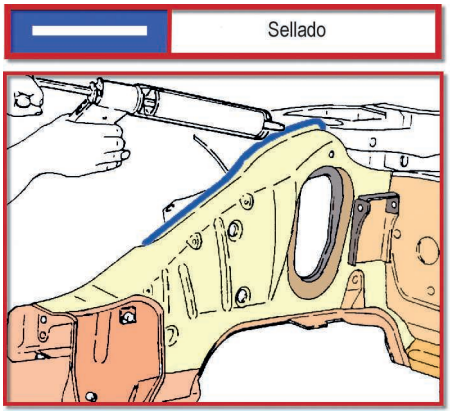


Figura 1.80. **Pictograma de sellado.**

Como ejemplo, la Figura 1.81 muestra la forma usual para representar la operación de ensamblaje de un larguero delantero.

En esta figura aparecen reflejadas las distintas herramientas necesarias para realizar el ensamblaje, y que en este caso son:

a) Equipo de soldadura por puntos de resistencia.

b) Equipo de soldadura MIG/MAG.

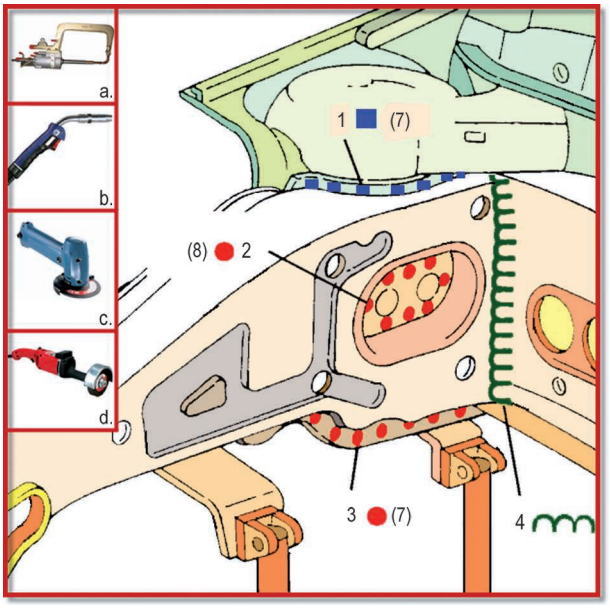
c) Amoladora para repasar los cordones de soldadura.

d) Esmeriladora con cepillo de alambre para eliminar las protecciones anticorrosivas de la chapa antes de realizar la unión.

Por otro lado, también indica dónde y cómo han de realizarse las distintas operaciones de soldadura:

1. Describe que esa unión ha de soldarse a tope mediante un equipo MIG/MAG, y que son necesarios 7 puntos de soldadura.

© Ediciones Paraninfo



2. Indica que esa pieza ha de unirse mediante un equipo de soldadura por puntos de resistencia y que son 8 los puntos necesarios.
3. Describe un proceso similar al anterior, pero realizando en este caso 7 puntos por resistencia.
4. Indica que esa unión ha de realizarse con un cordón continuo mediante un equipo de soldadura MIG/MAG.

Figura 1.81. Representación gráfica del ensamblaje de un larguero.

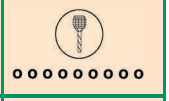
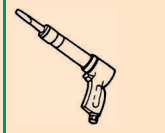
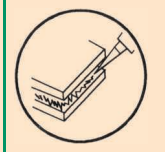
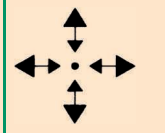
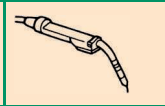
1.10.2. Pictogramas de útiles, herramientas e información complementaria

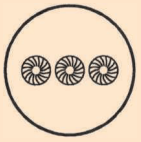
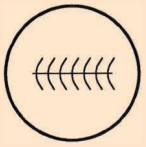
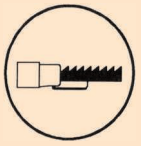
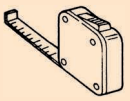
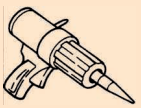
A continuación se detallan los pictogramas de útiles, herramientas y operaciones más representativos.

Soldadura por resistencia. Costura de punto en una fila.	RP
Soldadura por resistencia. Costura de punto en dos filas.	RP
Soldadura por resistencia. Costura de punto alternado en dos filas.	RP
Soldadura MIG/MAG por punto.	SG ϕ
Soldadura MIG/MAG costura completa.	SG
Soldadura MIG/MAG costura completa interrumpida.	SG
Soldadura MIG/MAG a tapón.	SG
Cortar con sierra metálica para metales.	
Cortar con sierra de hoja circular.	
Aplicar protectores electrosoldables de gran espesor.	

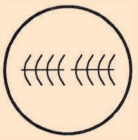
Aplicar pintura con base aluminio.	
Limpiar con cepillo rotativo.	
Limpiar con disco de fibra.	
Extraer puntos de soldadura con despunteadora.	
Taladrar con dobladora perforada.	
Extraer puntos de soldadura con taladro.	

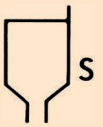
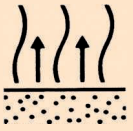
© Ediciones Paraninfo

Taladrar con fresa los puntos de soldadura.	
Taladrar con broca los puntos de soldadura.	
Desplegar chapa con cincel. Corte de puntos de soldadura con cincel.	
Línea de corte.	
Cortar con cincel y martillo.	
Realizar unión mediante adhesivo.	
Centrar los componentes.	
Fijar los componentes.	
Controlar las luces.	
Realizar solape.	
Soldadura por puntos.	
Soldadura MIG/MAG.	
Soldadura por puntos a tapón.	

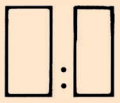
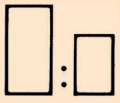
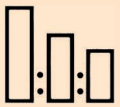
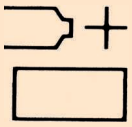
Aplicar pintura de cinc, soldadura bajo gas protector, puntos a tapón y esmerilar la soldadura.	
Soldadura bajo gas protector MIG/MAG, cordón continuo. A continuación, esmerilar la soldadura.	
Cortar con tijera manual.	
Cortar con sierra alternativa.	
Aplicar protectores electrosoldables.	
Aplicar masilla electrosoldable.	
Medición.	
Desbarbado.	
Esmerilar las uniones.	
Aplicar protectores antioxidantes.	
Aplicar sellantes.	

© Ediciones Paraninfo

Aplicar protectores en los bajos de la carrocería.	
Soldadura bajo gas protector MIG/MAG, cordón discontinuo. A continuación, esmerilar la soldadura.	
Soldadura con soplete oxiacetilénico.	
Soldadura amarilla o soldadura de latón.	
Baño de estaño.	
Enderezado de bordes.	
Repasar las zonas de asiento con tas y martillo.	
Aplicar pinturas.	
Aplicar protectores cerosos.	
Aplicar productos espumógenos.	
Limpiar la superficie.	

Viscosidad de aplicación.	
Diluir con agua.	
Tiempo de secado.	
Secar por infrarrojos.	
Tiempo de evaporación.	
Pistola de gravedad.	
Pistola de succión.	
Pistola para bajos.	
Número de pasadas.	
Agitación manual.	

© Ediciones Paraninfo

A espátula.	
A brocha.	
A rodillo.	
Mezcla 1 componente.	
Mezcla 2 componentes.	
Mezcla C componentes.	
Usar regla.	
Añadir endurecedor.	
Consultar hoja técnica.	
Cerrar envases.	
Agitar con máquina de mezclas.	
Abrillantar.	

Lijar a mano con agua.	
Lijar a mano en seco.	
Lijar con máquina orbital (agua).	
Lijar con máquina orbital (seco).	
Almacenar bajo cubierto.	
Lijar con máquina vibradora (agua).	
Lijar con máquina vibradora (seco).	
Proteger del frío.	
Proteger del calor.	
Proteger de la humedad.	
Seguridad.	

© Ediciones Paraninfo

ACTIVIDADES FINALES

Representaciones gráficas

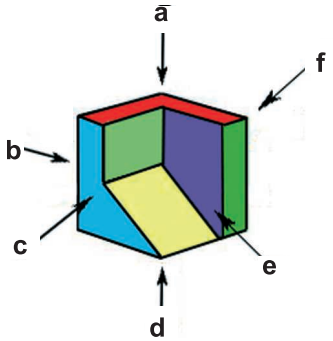
CUESTIONES

1.1. Enumera las distintas fases del proceso secuencial para la realización de un dibujo técnico.

1.2. Construye la siguiente escala gráfica 6:10.

1.3. Indica cuál es la principal diferencia entre una cota dimensional y una cota normal.

1.4. Indica la denominación habitual de las vistas de la siguiente figura.

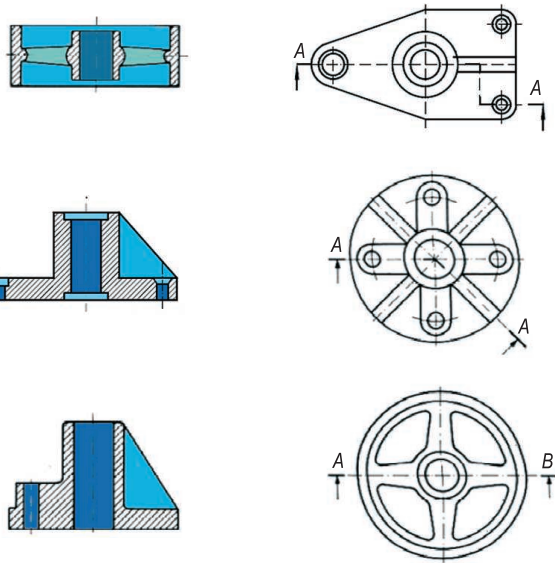


1.5. Indica cuál es el coeficiente de reducción habitual de los ejes de la perspectiva axonométrica isométrica.

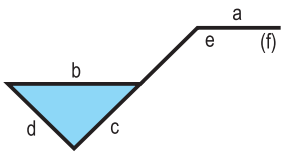
1.6. Señala cuál es la principal diferencia entre un corte y una sección.

1.7. Explica los conceptos y definiciones fundamentales sobre los que se basan los proyectos de fabricación.

1.8. Asocia cada figura a la que se le ha practicado un corte, con el tipo de corte efectuado. Indica, así mismo, la denominación usual de cada uno de estos tipos de corte.



1.9. Describe lo que representa cada una de las especificaciones de estado superficial de la siguiente figura.



1.10. ¿A qué se le llama interferencia en un ajuste?

1.11. Explica la diferencia entre tolerancia dimensional y tolerancia geométrica.

1.12. Describe el desarrollo lógico para la ejecución de un corte.

© Ediciones Paraninfo

1.13. Define qué es el dibujo técnico.

1.14. Indica y describe los distintos tipos de dibujos técnicos.

1.15. ¿Qué es la normalización? Indica cuáles son sus objetivos.

1.16. Detalla las clases de líneas más usuales empleadas en el dibujo industrial y pon un ejemplo de cada una.

1.17. Define qué son las escalas e indica los tipos que existen y por qué se utilizan.

1.18. Enumera los elementos de acotación.

1.19. ¿Qué son las líneas de cota?

1.20. Define los dos sistemas o métodos que se emplean para la representación de piezas.

1.21. ¿Qué es un «croquis acotado»?

1.22. ¿Qué es el ajuste de dos piezas?

1.23. Explica qué es la interferencia.

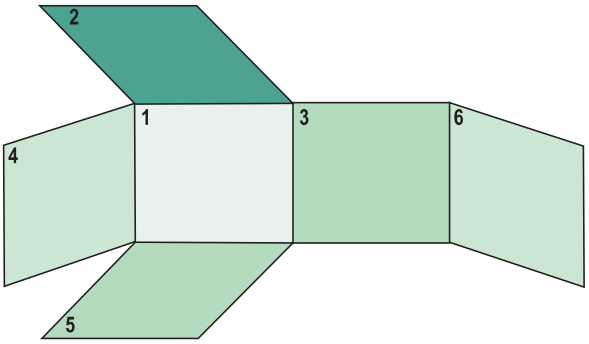
© Ediciones Paraninfo

ACTIVIDADES FINALES

Representaciones gráficas

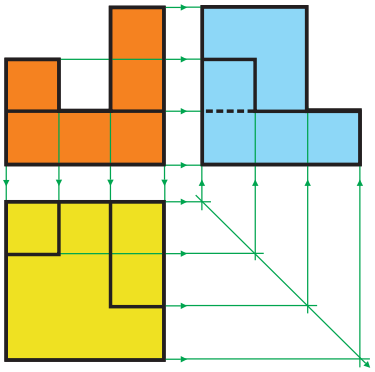
ACTIVIDADES PROPUESTAS

1.1. Determina las vistas de la siguiente figura y sitúalas convenientemente según el método de la caja o cubo.

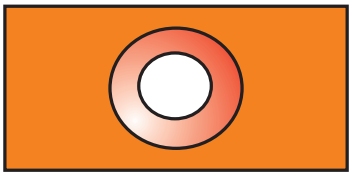


1.2. Acota convenientemente la siguiente figura.

1.3. Dibuja en perspectiva y a mano alzada la siguiente figura definida por sus vistas.



1.4. Dibuja dos croquis diferentes de piezas que tengan esta misma vista como planta.



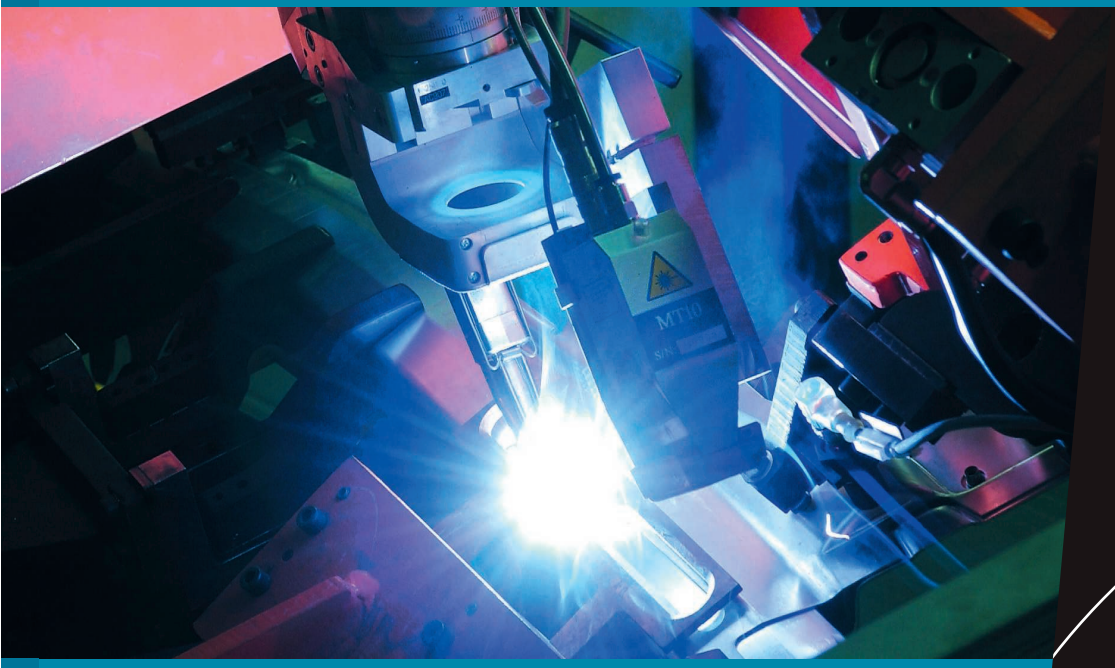
1.5. Realiza un corte a cualquiera de las figuras anteriores.

1.6. Realiza un croquis a mano alzada de un elemento mecánico del motor.

1.7. Busca en internet tres representaciones gráficas de dibujo técnico diferentes y coméntalas, anotando al principio el título y su dirección.

© Ediciones Paraninfo

Operaciones básicas de mecanizado a mano



2

CONTENIDOS

2.1. Trazado
2.2. Técnicas de corte con arranque de viruta. Serrado
2.3. Limado
2.4. Taladrado
2.5. Escariado
2.6. Roscado

OBJETIVOS

- Saber cuál es la finalidad de cada una de las operaciones básicas de mecanizado a mano.
- Utilizar adecuadamente los útiles y herramientas necesarios en cada operación.
- Realizar correctamente los procesos de mecanizado descritos en el tema.
- Conocer y aplicar las normas de prevención de riesgos laborales involucradas en cada operación.

Introducción

En muchas ocasiones se realizan determinados procesos de reparación sobre ciertos elementos o conjuntos de la carrocería del automóvil, en los que resulta necesario aplicar ciertas técnicas de mecanizado para devolver la operatividad a los componentes involucrados o realizar el ajuste de los mismos.

En su conjunto, estos procesos tienden a modificar el aspecto superficial, la forma o las dimensiones de una pieza determinada ya que hay ocasiones en las que se requiere un correcto acabado, afinado, montaje y ajuste de piezas, y para ello resulta necesario disponer de los conocimientos y las habilidades para realizar correctamente las operaciones de mecanizado más habituales: trazado, limado, serrado, taladrado, roscado, etc., garantizando unos niveles aceptables de acabado.

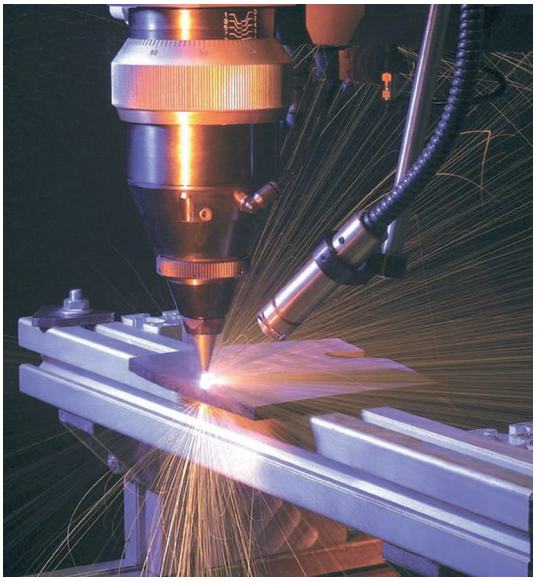


Figura 2.1. Mecanizado por láser.

Básicamente, estas operaciones pueden clasificarse en:

- Trazado.
- Serrado.
- Corte sin arranque de virutas.
- Limado.
- Taladrado.
- Escariado.
- Roscado.

2.1. Trazado

El trazado es una operación previa al mecanizado que consiste en reproducir sobre la superficie de una pieza determinada las cotas o referencias necesarias para desarrollar los procesos de elaboración mecánica posteriores (líneas de corte, centros para taladrar, superficies a limar, etc.). La operación de trazado debe partir de la información sobre la pieza recogida en el croquis de taller o en el dibujo técnico normalizado.

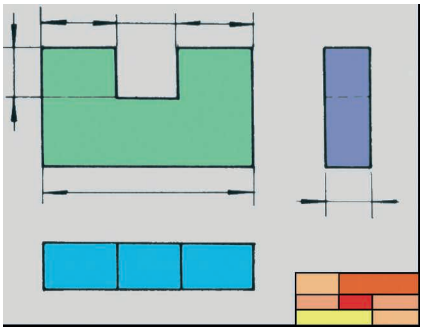


Figura 2.2. Trazado.

Resulta importante señalar que de un buen trazado dependerá en gran medida la correcta ejecución de las operaciones de mecanizado correspondientes.

Al ser el trazado una operación que reproduce, en muchos casos, las referencias recogidas en los dibujos técnicos o croquis de taller, muchos de los útiles para trazar son semejantes a los instrumentos utilizados en el dibujo industrial. En líneas generales, los instrumentos más empleados para realizar el trazado pueden agruparse en los siguientes conjuntos:

- Útiles de trazado.
- Instrumentos auxiliares para el trazado.
- Instrumentos de medida.

2.1.1. Útiles de trazado

Son los encargados de señalar las marcas o líneas de referencia sobre la pieza. Los más importantes son:

Punta de trazar

Es una varilla de acero fundido, cuyos extremos están templados y finalmente afilados a unos 10º aproximadamente. El cuerpo es poligonal o cilíndrico y lleva practicado un moleteado para facilitar su manejo (en otras ocasiones incorpora un revestimiento plástico para tal fin). Algunos tipos de puntas suelen llevar un extremo acodado

© Ediciones Paraninfo

para conseguir el acceso a zonas difíciles y para evitar que se despunten en caso de caída. Se utiliza para trazar líneas rectas o curvas, mediante el apoyo en la correspondiente guía (regla o plantilla).

Figura 2.3. **Puntas de trazar.**

Gramil

Este instrumento se compone de una base de fundición perfectamente plana en su cara de apoyo, provista de un vástago vertical (fijo o abatible) por el que se desliza un manguito o abrazadera portadora de una punta de trazar. Se utiliza para trazar líneas paralelas a diferente altura con respecto al mármol sobre el que se apoya y desplaza. En ocasiones también se utiliza como instrumento de verificación para comprobar el paralelismo y el centrado de piezas. Hay gramiles de precisión que incorporan un vástago graduado, con lo que pueden ajustar la altura y posición de la punta de trazar con bastante exactitud.

Figura 2.4. **Gramil ordinario y de precisión.**

Granete

Es un útil de acero templado y revenido de sección circular acabado en punta cónica. El cuerpo lleva practicado un moleteado para facilitar su manejo. Se utiliza para marcar el centro de un agujero, ya que la huella que deja la punta cónica sirve de guía a la broca evitando el posible desvío al resbalar sobre la superficie de la pieza. Para su utilización es necesario golpear con un martillo sobre la cabeza de golpeo.

Figura 2.5. **Granete normal y automático.**

Compás

Al igual que el compás empleado en dibujo lineal, este instrumento se compone de dos brazos iguales de acero articulados en un extremo; los extremos libres acaban en forma de punta afilada templada para conseguir el trazado. Se utiliza para trazar arcos de circunferencia o circunferencias completas, transportar distancias, etc. Antes de utilizar el compás en el trazado, es necesario granetear el centro de giro, para introducir una de las puntas de los brazos.

Figura 2.6. **Diferentes tipos de compás de puntas.**

2.1.2. Instrumentos auxiliares para el trazado

Soportes

Estos elementos se emplean como apoyos de las piezas para facilitar la operación de trazado. Entre los más utilizados se encuentran:

- **Mármol.** Es una especie de mesa fabricada con hierro fundido, y de una estructura muy robusta para evitar su deformación. Sus dimensiones son variables según el tamaño de la pieza a trabajar. Su

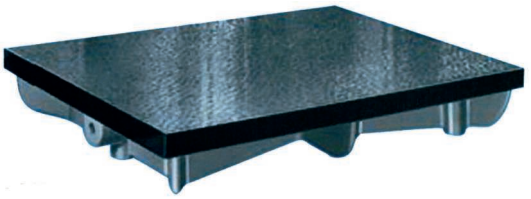


Figura 2.7. **Mármol.**

© Ediciones Paraninfo

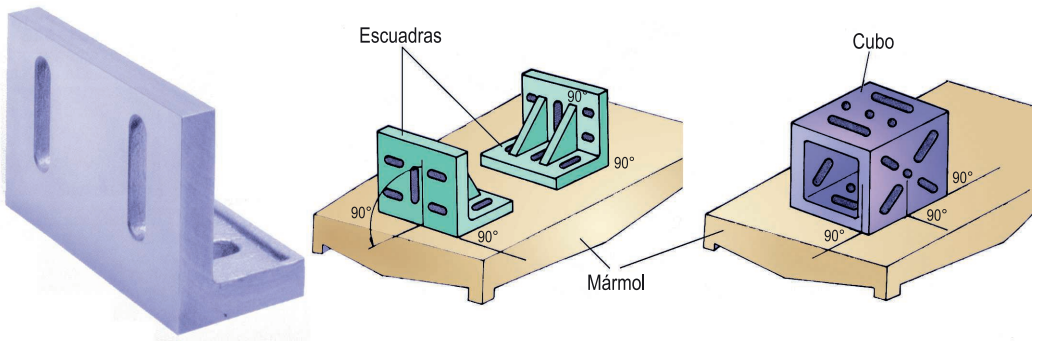


Figura 2.8. Escuadras y cubo de trazado.

cara superior está perfectamente pulida y planificada para servir de soporte o guía a los diferentes útiles empleados en el trazado.

- **Escuadras y cubos de trazado.** Son unas piezas fabricadas en fundición gris que se utilizan apoyando una de sus caras sobre el mármol de trazar, formando 90º con sus planos coincidentes. Por tratarse de formas geométricas perfectamente definidas, las superficies de sus caras son paralelas y perpendiculares entre sí. Ambos instrumentos presentan en sus caras una serie de taladros y ranuras que permiten sujetar o embridar las piezas que se deben trazar.
- **Calzos.** Son piezas prismáticas fabricadas en fundición gris que exteriormente presentan superficies planas paralelas entre sí, e interiormente disponen de superficies inclinadas formando 90º entre sí, en las que se apoyan para su trazado piezas cilíndricas.

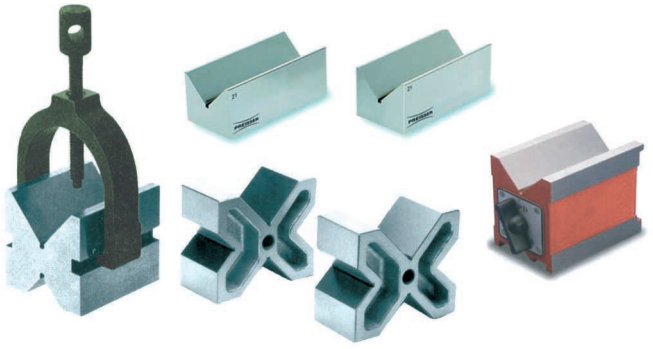


Figura 2.9. Calzos.

Guías

Son instrumentos que, como su nombre indica, se utilizan para guiar o dirigir (sirviendo de apoyo) a los útiles de trazar, colocándose sobre la superficie de la pieza a marcar. Los más comunes son:

- Reglas (simples, de tacón, angulares y verticales). Se describen en el apartado de metrología.
- Escuadras. Son instrumentos de referencia (patrones) construidos en acero al carbono templado y rectificado (según su calidad), que se utilizan para el trazado de líneas paralelas, perpendiculares o inclinadas, según sea el tipo de escuadra utilizada (Figura 2.10).

Barnices y cubrientes

Son productos (pastas colorantes diluidas) que se utilizan para recubrir (pintar) las superficies a trazar, con el fin de realzar los trazos, ya que la superficie de las piezas suele ser muy brillante. De esta forma se facilita la visibilidad de los trazos realizados. Los más comunes son:

- Mezcla de «blanco de España» con cola disuelta en agua.
- Mezcla de «azul de Prusia» con alcohol y goma laca.
- Mezcla de sulfato de cobre y agua.
- Disoluciones (ya preparadas) para colorear.

Esta serie de productos secan rápidamente sin «desconcharse», son fáciles de eliminar, y producen una película regular de tonalidad mate que crea un efecto óptimo de contraste (Figura 2.11).

2.1.3. Diferentes tipos de trazado

En función de las piezas o de las particularidades del trabajo a realizar, existen dos procedimientos para ejecutar el trazado:

- **Trazado plano.** Se utiliza en piezas de poco espesor (chapas), y consiste en realizar el trazado únicamente sobre una superficie plana o cara de la pieza.
- **Trazado al aire.** En este caso, el trazado se efectúa sobre varias caras de la pieza en cuestión (tridimensional), reproduciendo todas las indicaciones del dibujo. Se utiliza habitualmente en las operaciones de ajuste y montaje de piezas (Figura 2.12).

© Ediciones Paraninfo

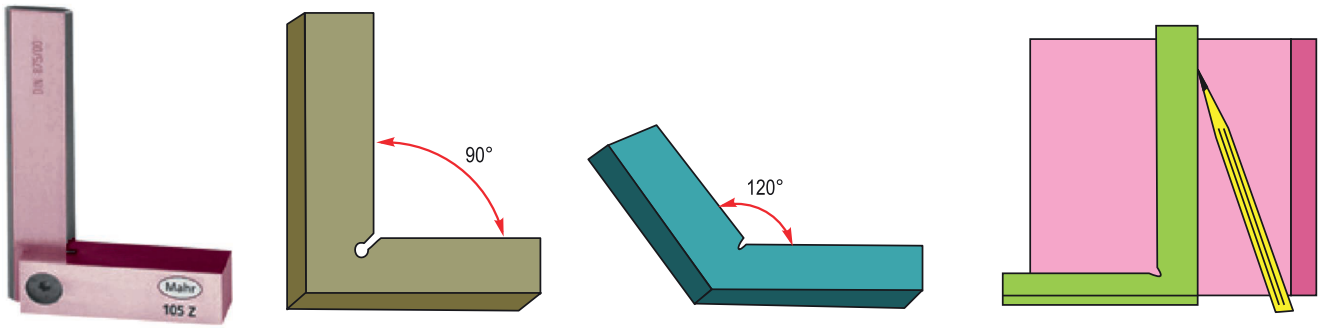


Figura 2.10. **Escuadras.**

Figura 2.11. **Sulfato de cobre.**

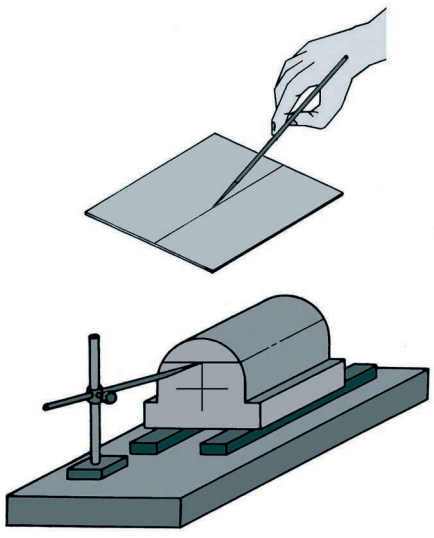


Figura 2.12. **Trazado al aire y trazado plano.**

2.1.4. Proceso del trazado

La operación de trazado puede resumirse en las siguientes fases:

- En primer lugar conviene asegurarse de que la pieza a trazar tenga las dimensiones adecuadas en función del proyecto previo realizado (croquis o dibujo técnico).
- Pintar, en caso necesario, las superficies a trazar.
- Escoger como asiento de la pieza las caras ya mecanizadas, tomándolas como referencia para los restantes trazos.
- Situar la pieza sobre el mármol utilizando los elementos de sujeción adecuados (calzos, escuadras, cuñas, etc.), para conseguir un apoyo correcto.
- Trazar primero los ejes de simetría o ejes de la pieza.
- Trazar todas las paralelas o perpendiculares a los ejes anteriormente marcados.
- Realizar los trazos oblicuos o curvos.
- Marcar con el granete los centros de las circunferencias o arcos a trazar, y los centros de los agujeros a taladrar.

A la hora de realizar el trazado en sí, conviene tener en cuenta una serie de consideraciones:

- En todos los casos, los trazos han de realizarse en una sola pasada.
- Cuando las líneas han de ser paralelas a la base de apoyo, y esta se encuentra adecuadamente mecanizada, se debe utilizar el gramil como instrumento

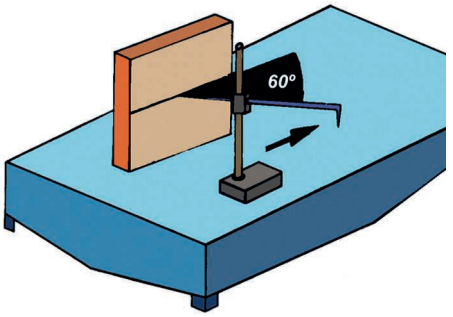


Figura 2.13. **Inclinación correcta del gramil.**

© Ediciones Paraninfo

de trazado (o con la escuadra en el caso de trazado plano).

- Cuando se utiliza un gramil debe mantenerse una inclinación de unos 60º entre la punta y la pieza, es decir, la punta debe estar 60º inclinada hacia atrás respecto al movimiento de avance del gramil.

Recomendaciones en el uso de los útiles de trazado

Algunas recomendaciones importantes al utilizar los útiles de trazado son:

- El mármol no debe emplearse como soporte para enderezar piezas, ni para cualquier otra operación en que sea necesario golpear sobre una pieza o herramienta.
- En caso de permanecer guardados durante un cierto tiempo, los instrumentos de trazado han de limpiarse escrupulosamente y posteriormente engrasarse para evitar su oxidación.
- El mármol debe limpiarse utilizando productos específicos o con algodones impregnados en petróleo y polvo fino de fundición de hierro.
- Las puntas de trazar y las puntas de los brazos del compás deben estar bien afiladas, y es recomendable guardarlas en su estuche, o en su defecto protegerlas con trozos de materiales como el corcho, para evitar accidentes.
- Cuando hayan de colorearse los trazos, han de extremarse las precauciones en el manejo del sulfato de cobre, por ser un producto que presenta un alto grado de toxicidad.

2.2. Técnicas de corte con arranque de viruta. Serrado

El serrado es una operación de corte por arranque de viruta que permite quitar de manera rápida el material sobrante de una pieza (o dividirla en varios trozos), mediante unas herramientas denominadas sierras.

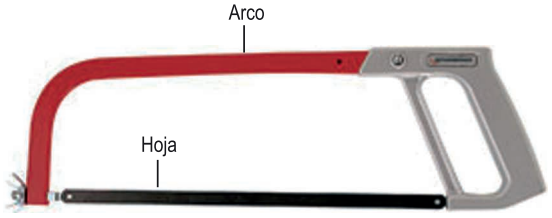


Figura 2.14. Partes de una sierra de mano.

Con esta operación pueden ejecutarse trabajos como: ranuras, ingletes, vaciados, etcétera.

La sierra de mano está formada por la hoja y el arco.

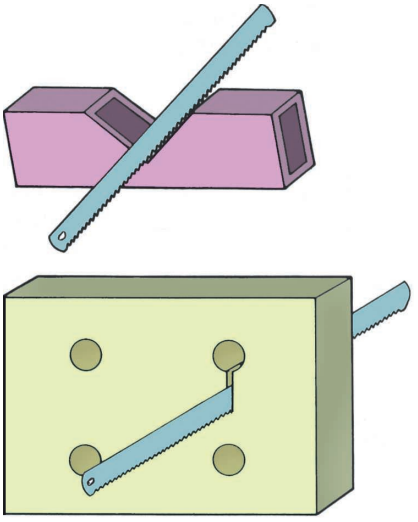


Figura 2.15. Operaciones de serrado: inglete y vaciado.

2.2.1. La hoja de sierra

Es el elemento activo de ejecución del corte, y consiste en una lámina flexible o fleje de acero templado al carbono HSS, aleado o templado rápido de alto rendimiento, que presenta (en el caso de las hojas unilaterales), una parte lisa (dorso), una parte con dientes (dentado), y unos orificios en sus extremos para su fijación al arco.

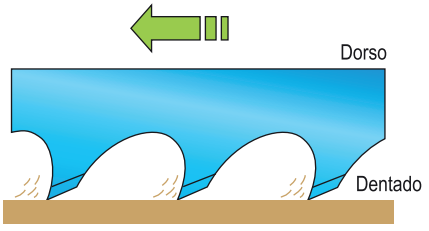


Figura 2.16. Proceso de corte.

Cuando la hoja de sierra presenta un dentado en cada lado se denomina entonces «bilateral».

Durante el proceso de corte, los dientes (dispuestos uno detrás de otro) arrancan pequeñas partículas de material (virutas) que se recogen en los huecos (espacios entre diente y diente) y las conducen fuera del corte. En algunos casos la hoja está enteramente templada y es muy frágil; en otros, el templado se reduce solamente al dentado (bimetales), aumentando la resistencia y elasticidad de la hoja. Las hojas bimetales suelen estar formadas por un

© Ediciones Paraninfo

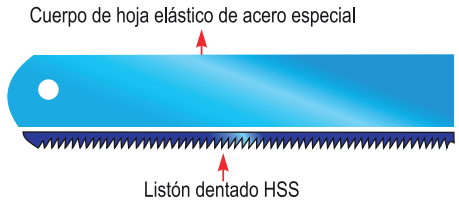


Figura 2.17. Hoja bimetal.

cuerpo elástico de acero especial y un listón dentado de acero rápido soldado por rayo de electrones.

Las hojas de sierra para máquinas eléctricas (sierras alternativas) deben aportar altos rendimientos de corte (cortes breves y frecuentes), para lo cual se fabrican aleando el material base (acero rápido) con materiales como el molibdeno, wolframio, tungsteno, etcétera.

Aparte del material de fabricación, las características principales de las hojas de sierra son sus dimensiones, el paso del dentado y la estructura del dentado

Figura 2.18. Flexibilidad de la hoja de sierra.

Dimensiones de la hoja

Las dimensiones principales de la hoja de sierra son: la longitud, la anchura y el grosor.

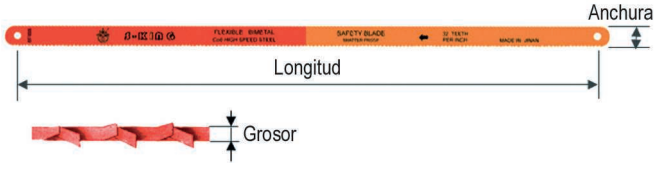


Figura 2.19. Dimensiones de la hoja de sierra.

Las dimensiones más frecuentes para las sierras de mano son las indicadas en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1. Dimensiones habituales de las hojas de sierra (mm)

Tipo de hoja	Longitud	Anchura	Grosor
Unilateral	300	13	0,65
Bilateral	300	25	0,80

Paso del dentado

Según la naturaleza del material a cortar, la distancia entre dos dientes consecutivos será más o menos grande; este intervalo se denomina paso del dentado. Si el paso es pequeño, el dentado será muy fino; en caso contrario, será grueso. En la práctica, el paso se expresa en el número de dientes por unidad de longitud (centímetro o pulgada). En la Tabla 2.2 se relacionan los pasos más frecuentemente utilizados.

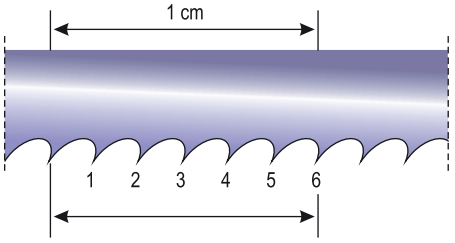


Figura 2.20. Paso del dentado.

Tabla 2.2. Pasos del dentado más utilizados

Unidad	Pasos			
Centímetros	6	9	11	13
Pulgadas	18	22	24	32

En general, cuanto más duro o delgado sea el material a cortar, más fino ha de ser el paso del dentado que debe tener la hoja de sierra correspondiente.

Como ejemplo, una utilización estándar de las hojas de sierra vendrá dada por las correspondencias expresadas en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3. Utilización de las hojas de sierra

Material	Paso
Acero, hierro colado, aluminio, antifricción	18 dientes por pulgada
Tubos de estaño, cobre, latón, perfiles	24 dientes por pulgada
Tubos de pared delgada, chapas finas	32 dientes por pulgada

En cualquier caso, la correcta elección del tipo de hoja de sierra se debe realizar tomando también en cuenta el material de fabricación de la misma.

Estructura del dentado

Con el fin de evitar el frotamiento de la hoja contra los bordes del corte practicado en la pieza, y para evitar

© Ediciones Paraninfo

asimismo el eventual acuñamiento de la hoja, los dientes se tuercen (abaten) alternativamente a uno y otro lado (triscado); consiguiéndose que la hoja se desplace sin dificultad a lo largo de la hendidura del corte. Este mismo efecto puede conseguirse dándole un perfil ondulado al dentado de la hoja.

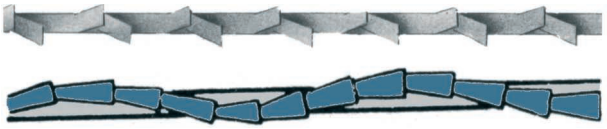


Figura 2.21. Diferentes tipos de triscado: normal y ondulado.

Cordones de sierra

Los cordones se usan para cortes curvos y son válidos para cualquier arco de sierra estándar. Destacan por sus miles de partículas de carburo de tungsteno, permanentemente adheridas a la aleación de acero, así como por el filo de corte, que nunca llega a embotarse, desfilarse ni romperse. Presentan las siguientes características:

- El tipo de dentado aumenta la capacidad de corte.
- Se obtiene un corte más suave y progresivo.
- Cortan en ambas direcciones, hacia adelante y hacia atrás y, en materiales fibrosos, se consigue un acabado muy fino.
- Las hojas de sierra de metal duro trabajan en una proporción de 10:1 respecto a las hojas de sierra convencionales.
- Asimismo, gracias a su reversibilidad, aumentan la vida de corte al menos en un 25 %.
- Son virtualmente irrompibles, eliminando riesgos de accidentes.

Figura 2.22. Corte con cordones de sierra.

- Se utilizan para cortar gran cantidad de materiales como: aceros inoxidables de fundición, cables trenzados y reforzados, aceros de muelles, tornillos acerados, cadenas templadas, acero al cromo, acero templado, bronce, fundición, cerámica, vidrio, mármol natural, pizarra o granito, entre otros.

2.2.2. El arco

El arco de sierra es el elemento portador de la hoja de sierra. Está formado por un cuadro de hierro plano en forma de «U». Uno de sus extremos está provisto de una empuñadura, y en el otro incorpora un tensor de tornillo o mariposa para mantener la hoja convenientemente tensada.

La hoja se monta sobre el arco introduciendo los orificios laterales en los pasadores o salientes de que disponen tanto la empuñadura como el mecanismo tensor, debiendo quedar suficientemente «tensa» con el fin de evitar alabeos en el transcurso de la operación de aserrado.

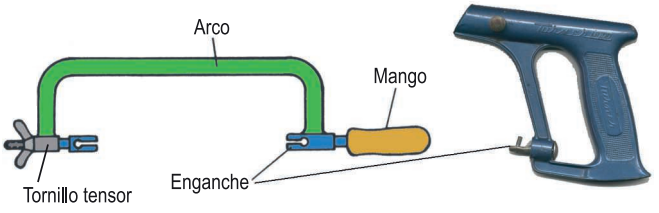


Figura 2.23. Partes del arco de sierra.

Figura 2.24. Dispositivos tensores.

Una hoja demasiado floja puede ocasionar los siguientes efectos:

- Un corte imperfecto debido a las desviaciones que originarán las deformaciones.
- Dificultad de deslizamiento de la hoja en la ranura de corte.
- Posibilidad de rotura por el excesivo desvío de la sierra respecto a la dirección de corte.

Por el contrario, una hoja demasiado tensa puede generar un peligro de rotura al estar sometida a un gran esfuerzo de tracción.

© Ediciones Paraninfo

Figura 2.25. Algunas variedades de arcos de sierra son extensibles, para poder adaptarse a diferentes dimensiones de hojas.

En la operación de montaje de la hoja, los dientes deben tener el ángulo de corte orientado hacia la parte delantera del arco en sentido de avance.

2.2.3. Técnica de serrado

El proceso para realizar correctamente la operación de serrado puede resumirse en las siguientes fases:

- Siempre que sea posible es recomendable trazar sobre la pieza la línea de corte para poder disponer de una referencia constante en la ejecución del corte.
- Elegir la hoja con el paso adecuado al espesor y tipo de material a cortar, teniendo en cuenta que los materiales blandos, al generar una gran cantidad de virutas, necesitan huecos con capacidad suficiente para alojar y evacuar el material sobrante, por lo que se necesitarán (en estos casos) hojas con paso grande.
- Mantener una presión moderada y constante durante todo el movimiento de avance de la sierra, liberando la presión en el recorrido de retroceso. En este último movimiento, es aconsejable bascular ligeramente la sierra con el objeto de facilitar el despegue de los dientes sobre la superficie de la pieza.
- Sujetar adecuadamente la pieza a cortar para evitar cualquier movimiento durante el corte. En caso de utilizar un tornillo de banco, la pieza no debe sobresalir en exceso para evitar vibraciones indeseadas.
- Al iniciar el corte es aconsejable ejercer una presión moderada y con pocos dientes para poder orientar convenientemente la dirección del corte.
- En el movimiento de avance (corte), la hoja debe utilizarse en toda su longitud.
- La rapidez del movimiento de desplazamiento varía entre aproximadamente unos 60 cortes por minuto para materiales blandos y un ritmo aproximado de 30 cortes por minuto para materiales más duros.
- El corte debe aproximarse (sin tocar) a la línea de corte previamente trazada, con el fin de permitir una terminación precisa mediante otras operaciones de acabado (limado).
- Los tubos deben girarse a medida que avanza el corte.

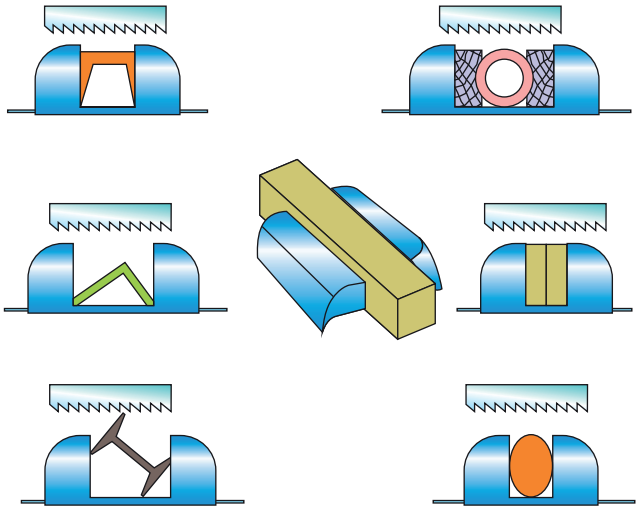


Figura 2.26. Formas de sujeción de piezas en el tornillo de banco.

- Cuando el material sea demasiado duro, deberá disminuirse la velocidad de corte.
- Si la pieza es excesivamente delgada, hay que inclinar ligeramente la hoja en sentido longitudinal para que no se produzcan enganches, hasta conseguir iniciar el corte.

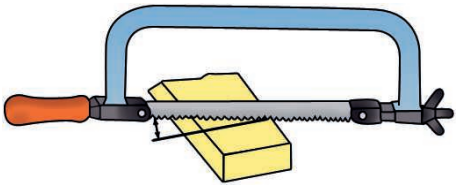


Figura 2.27. Inclinación de la hoja en el corte de piezas muy delgadas.

- Cuando se esté finalizando el corte, es aconsejable suavizar la presión ejercida y realizar más lentamente los movimientos.
- Durante la operación es aconsejable refrigerar convenientemente la hoja, utilizando como ejemplo la Tabla 2.4.

Tabla 2.4. Utilización de las hojas de sierra

Material	Refrigerante
Acero templado, acero inoxidable, metales pesados no ferrosos	Aceite de corte o taladrina
Aluminio y aleaciones de aluminio	Terebintina o petróleo
Tejidos duros, caucho, materias prensadas, plexiglás, plástico	Agua

© Ediciones Paraninfo

2.2.4. Otras herramientas de serrado

Aparte de la sierra de arco, hay maquinaria de accionamiento eléctrico o neumático como la sierra de vaivén y la sierra caladora que se utilizan en las operaciones de serrado.

Sierra caladora

Una sierra caladora es una máquina portátil eléctrica, que permite cortar con precisión varios materiales, como chapa de acero y aluminio, plásticos, etc. Permite hacer todo tipo de corte: curvo, derecho o biselado.

La sierra caladora está compuesta por un motor eléctrico con una potencia entre 300-750 W, y posee una hoja de sierra con movimiento pendular, perpendicular a la dirección de corte.

El corte de la sierra caladora viene dado por el tipo de hoja que se emplee. En general, para cortar metales se utilizan hojas de sierra onduladas con dentado extrafino.

Figura 2.28. Sierra caladora.

Sierra circular

La sierra circular sirve para efectuar cortes rectos en chapa fina con gran rapidez. Con ella puede cortarse casi cualquier material con exactitud suficiente si se usa la hoja de corte apropiada. Consta de un motor eléctrico con una potencia de hasta 1200 W que gira a unas 12 000 r. p. m. En otros casos la sierra tiene un accionamiento neumático.

Como regla general, las hojas de corte adecuadas para cortar metales tienen un tamaño de diente intermedio.

Figura 2.29. Sierra circular neumática.

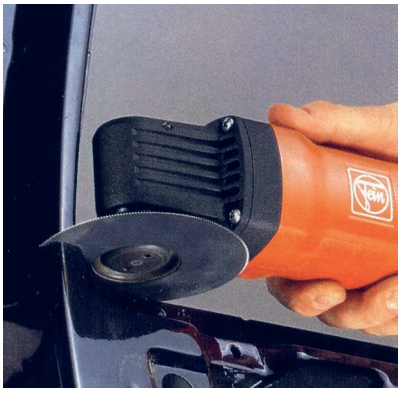


Figura 2.30. Sierra circular eléctrica.

Sierra de vaivén

Es una herramienta generalmente de accionamiento neumático, apropiada para el corte de chapas finas, lo que la hace especialmente indicada para los trabajos de reparación de carrocerías, ya que realiza un corte preciso, limpio y en cualquier trayectoria.

La palanca lateral de puesta en marcha dispone de un trinquete de seguridad para evitar el accionamiento involuntario (Figura 2.31).

Sus características básicas de funcionamiento son:

- Velocidad de corte de hasta 10 000 carreras por minuto.
- Presión de aire de 6 a 8 bares.
- Consumo de aire entre 100 y 250 l/min.
- Capacidad de corte de acero de 1,6 mm.

Figura 2.31. Sierra de vaivén (neumática).

© Ediciones Paraninfo

2.2.5. Recomendaciones y cuidados en el uso de las hojas de sierra

En lo que respecta a la correcta conservación de las hojas de sierra, conviene tener presente:

- Disminuir la velocidad de corte cuando el material a cortar es demasiado duro.
- No presionar excesivamente al cortar.
- Impregnarlas con aceite para evitar su oxidación.

La rotura de las hojas de sierra suele producirse por:

- Inadecuada elección del tipo de dentado en función del material a cortar.
- Incorrecto nivel de tensado en el arco (exceso o falta de tensión).
- Utilización de una hoja que presente cierto número consecutivo de dientes rotos.
- Realizar esfuerzos laterales para enderezar la hoja o cambios bruscos de la dirección de corte.
- Mala sujeción de la pieza en el tornillo de banco.

2.3. Limado

La operación de limado tiene por objeto eliminar parte del material sobrante de una pieza mediante el arranque de pequeñas virutas o limaduras, con el fin de proporcionarle unas dimensiones, formas o acabado superficial concretos. Para llevar a cabo esta operación se utilizan las herramientas denominadas limas.

La lima es una herramienta común de bajo coste y fácil manejo que permite trabajar sobre caras planas o curvas, interiores o exteriores. El limado puede considerarse como una forma de fresado, de hecho, si se tomase una fresa y se estirase se obtendría la estructura de una lima.

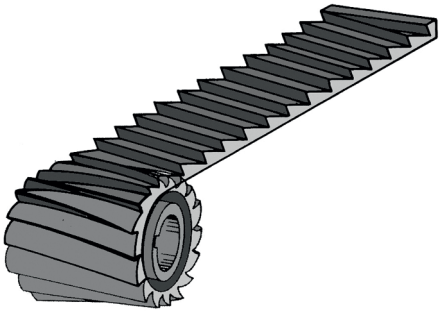


Figura 2.32. Desarrollo de una fresa para formar una lima.

2.3.1. Limas

Las limas son barras de acero templado que presentan en su superficie un tallado compuesto de pequeños dientes, a modo de cuchillas cortantes, que constituyen el picado de la lima. Uno de los extremos (cola o espiga) no dispone de picado y tiene forma de cuña con el fin de fijarlo al mango, que suele ser de madera o plástico. El canto de la lima en algunas ocasiones también dispone de dientes.

Para facilitar el manejo de la lima, la cola o espiga se introduce a presión dentro de un mango de plástico o madera.

Figura 2.33. Diferentes partes de una lima.

Las limas se pueden clasificar en función de su:

- Forma.
- Tamaño.
- Picado.
- Grado de corte.

Figura 2.34. Mangos de lima.

Clasificación de las limas según su forma

Esta clasificación se realiza atendiendo a la forma geométrica que presenta la sección transversal del cuerpo. Entre las diferentes configuraciones existentes, cabe destacar las siguientes (Figura 2.35):

- Planas (paralelas o de punta).
- Triangulares.
- Cuadradas.
- De media caña.
- Redondas.
- De cuchillo.

Sus características constructivas las hacen especialmente indicadas para la ejecución de las siguientes operaciones:

- **Planas.** Dentro de las planas existen dos variedades, las de punta y las paralelas. Se utilizan en trabajos sobre superficies planas.

© Ediciones Paraninfo

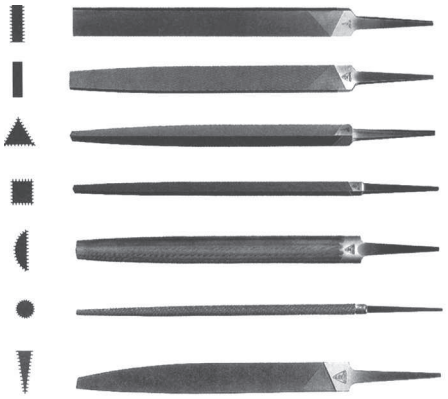


Figura 2.35. Diferentes tipos de limas en función de su forma.

- **Triangulares.** Se utilizan sobre superficies planas y sobre perfiles que formen un ángulo superior a 60º.
- **Cuadradas.** Se utilizan sobre superficies planas tanto interiores como exteriores y sobre superficies con perfiles a 90º.
- **Media caña.** Se utilizan para el limado de superficies planas, cóncavas y sobre ángulos menores de 60º.
- **Redondas.** Se utilizan para el limado de superficies cilíndricas cóncavas.
- **De cuchillo.** Se utilizan para realizar el acabado de esquinas y en ángulos menores de 60º.

Clasificación de las limas según su tamaño

El tamaño de la lima viene definido por la longitud del cuerpo; los tamaños de las limas normalmente se expresan en pulgadas y los más utilizados suelen ser los siguientes:

3″, 4″, 5″, 6″, 7″, 8″, 10″, 12″, 14″, 16″ y, entre ellos, los de 6″, 7″ y 8″.

Clasificación de las limas según su picado

El picado expresa el grado de rugosidad de la lima. Existen dos tipos de picado: simple o doble.

- Las limas de picado simple disponen de unas tallas paralelas (con respecto a uno de los bordes), con una inclinación de 60º a 75º.
- Las limas de doble picado disponen de dos tallas, una situada con una inclinación de 40º a 45º con respecto a uno de los bordes, y la otra con una inclinación de 75º a 80º con respecto al borde opuesto, de tal forma que ambas tallas quedan cruzadas transversalmente.

Forma		Aplicación	
	Plana	Limado de caras planas	
	Cuadrada	Pequeñas superficies de ranuras, chaveteros, agujeros, etc.	
	Triangular	Limado de superficies que forman ángulos mayores de 60º. Superficies planas, etc.	
	De cuchillo	Acabado de esquinas y ángulos menores de 60º	
	Redonda	Limado de agujeros redondos, superficies cóncavas	
	De media caña	Limado de superficies planas y cóncavas, para ángulos de menos de 60º, agujeros, etc.	
	De cantos redondos	Superficies planas, agujeros con superficies planas y cóncavas	

Figura 2.36. Aplicaciones de las limas en función de su forma.

© Ediciones Paraninfo

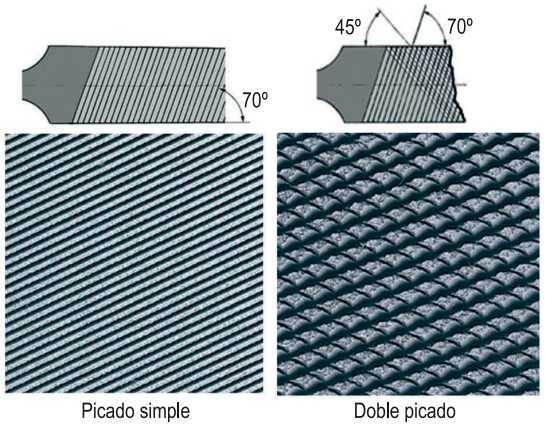


Figura 2.37. **Picado simple y doble de una lima.**

En función del trabajo a realizar cabe establecer una relación con el picado característico más apropiado a cada operación, según las siguientes consideraciones:

- Las limas con picado doble están especialmente indicadas para trabajar metales duros.
- Para los metales blandos es conveniente utilizar limas con picados sencillos, que desprenden mejor la viruta generada (sin taponar los espacios libres entre dientes).
- Los metales blandos atascarán rápidamente las limas con picados finos.
- Para limar materiales fibrosos como la madera o los plásticos, conviene utilizar unas limas especiales denominadas «escofinas», que presentan una disposición de dientes alejados e independientes unos de otros.

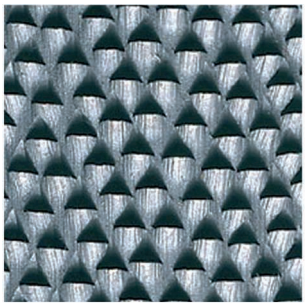


Figura 2.38. **Picado de una escofina.**

Clasificación de las limas según su grado de corte

El grado de corte de una lima influye de manera notable en la capacidad de arranque de material, y viene indicado por el número de dientes que tiene por unidad de superficie (cm^2). Las variedades más comunes se denominan:

- Ásperas: 6 dientes/cm^2.
- Bastas: 8 dientes/cm^2.
- Semifinas: 12 dientes/cm^2.
- Finas: 16 dientes/cm^2.
- Extrafinas: más de 16 dientes/cm^2.

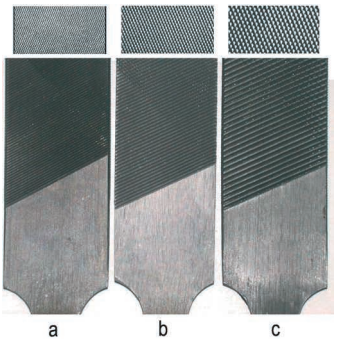


Figura 2.39. **Grado de corte de limas: a) extrafinas, b) semifinas, c) ásperas.**

Como referencia de utilización, pueden seguirse las siguientes consideraciones:

- Cuando se ha de arrancar una gran cantidad de material a una pieza (a partir de 0,5 mm) se comenzará utilizando una lima basta.
- Para alisar una superficie (arranque de material inferior a 0,5 mm) se deben utilizar las limas semifinas.
- Las limas finas se deben utilizar en las últimas pasadas de acabado para conseguir superficies más lisas (menos de 0,2 mm de material).

Limas especiales

Existen limas fresadas que aunque disponen de un picado simple, hacen el mismo efecto que las limas con doble picado ya que incorporan diminutas ranuras rompevirutas. La disposición de los dientes fresados suele hacerse en forma inclinada o en forma de arco tal como se indica en la Figura 2.40, donde puede observarse la forma en que se realiza el desprendimiento de viruta en relación al movimiento de avance de la lima.

Las limas de estas características que se emplean en carrocería se denominan «garlopas». Se suelen utilizar para el debaste de reparaciones con estaño, afinado de irregularidades (protuberancias) en la chapa, o para «marcar» irregularidades en la uniformidad de la chapa antes de aplicar el procedimiento de reparación adecuado (electrodo de carbón, tas y martillo, etc.).

En el área de carrocería también se utilizan unas limas de doble picado denominadas limas de repasar o de

© Ediciones Paraninfo

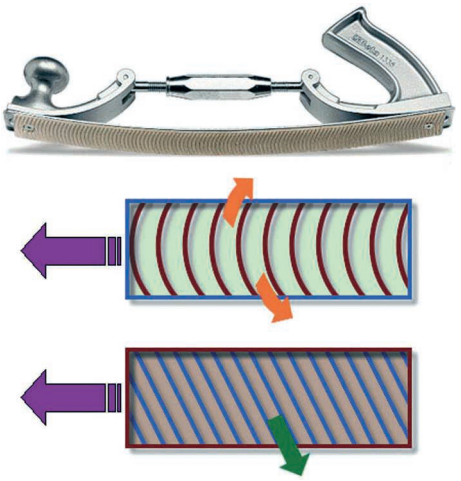


Figura 2.40. Garlopa con picado recto y curvo.

Figura 2.41. Picado curvo en detalle.

batir. Este tipo de limas se usa para el desabollado y alisado de la chapa, sobre todo en piezas grandes como paños de puerta, laterales de la caja, etcétera.

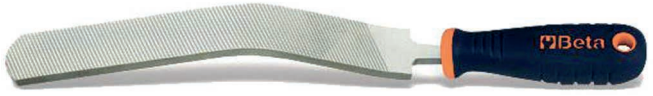


Figura 2.42. Lima de repasar chapa.

2.3.2. Técnica de limado

Para llevar a cabo esta operación correctamente se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- **Configuración del puesto de trabajo.** En primer lugar, el tornillo de banco sobre el que ha de sujetarse la pieza ha de tener la altura adecuada en función de nuestra propia estatura y de la naturaleza del trabajo a ejecutar. De esta forma ejecutaremos el proceso de limado en las mejores condiciones posibles.
- **Preparación de la pieza.** Como paso previo a la operación de limado, ha de trazarse la pieza para mantener una referencia visible del espesor a eliminar. Asimismo, la pieza debe estar limpia y sin restos de óxido.

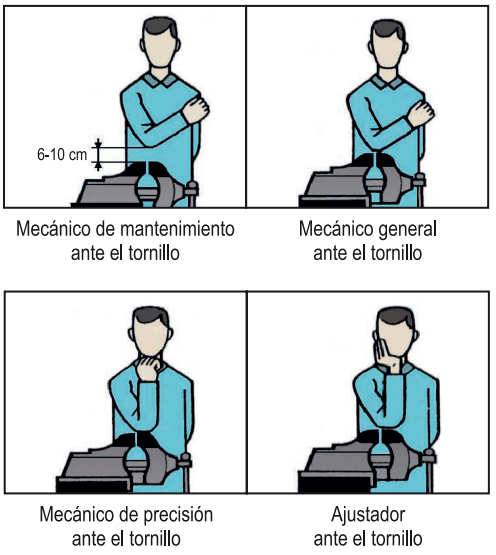


Figura 2.43. Altura del puesto de trabajo.

- **Sujeción correcta de la pieza.** La pieza ha de situarse perfectamente centrada entre las mordazas del tornillo de banco, y de tal manera que sobresalga lo menos posible para evitar vibraciones que dificulten los movimientos de avance y retroceso de la lima. En general, todas las piezas han de limarse lo más cerca posible de las mordazas. Al objeto de que el tallado de las mordazas no dañe la superficie de sujeción de las piezas, conviene interponer un protector liso o de material sintético.

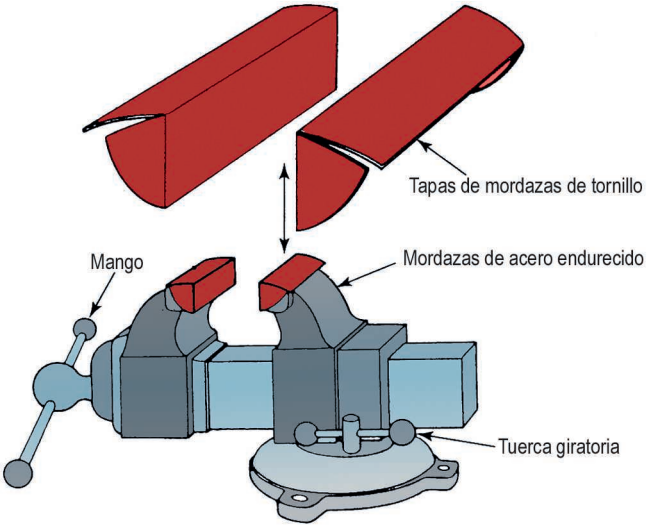


Figura 2.44. Tornillo de banco con protector para las mordazas.

© Ediciones Paraninfo

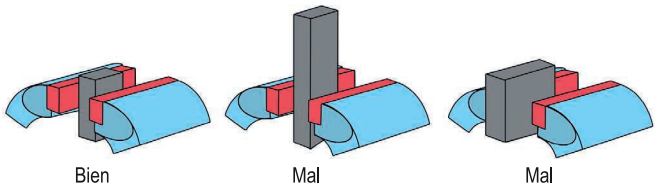


Figura 2.45. **Sujeción correcta de la pieza.**

- **Elección de la herramienta adecuada.** La elección del tipo de lima debe estar en función de las siguientes variantes:
  - Material de la pieza a tratar.
  - Grado de alisado.
  - Tamaño a reducir (desbastar o eliminar).
  - Forma de la pieza a tratar.

De la elección de la lima adecuada dependerá esencialmente la calidad, la precisión y el tiempo empleado en la ejecución del proceso de limado.

Es conveniente adoptar una adecuada postura corporal, la posición de los pies debe ser fija, el cuerpo debe quedar ligeramente inclinado hacia delante y la rodilla izquierda algo doblada; el mango de la lima ha de agarrarse con la mano derecha quedando arriba el dedo pulgar (personas diestras), la mano izquierda se utiliza para sujetar la lima y para guiar su desplazamiento, de forma que mantenga en todo momento la horizontalidad. Solo debe hacerse presión sobre la lima durante el movimiento de avance.

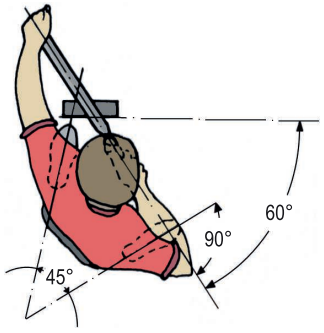


Figura 2.46. **Posición adecuada para el limado.**

Ejecución del proceso de limado

Algunas consideraciones a tener en cuenta para una buena ejecución del proceso de limado son:

- Durante la operación de limado, la lima debe desplazarse sobre la pieza de manera que forme un ángulo de 45º con el eje de la pieza. El avance de la lima se realiza con movimientos de vaivén que determinan una carrera efectiva (o de avance propiamente dicho) de arranque de viruta, en la que se necesita realizar un esfuerzo de empuje y otra carrera en vacío o de retroceso. Durante el proceso, la lima debe seguir también un movimiento de traslación sobre la pieza (aproximadamente el doble de la anchura de la lima).
- Cuando se trabaje con metales duros, solo se debe hacer presión con la lima en el sentido de avance, levantándola ligeramente en el movimiento de retroceso. Cuando se limen materiales blandos, en el movimiento de retroceso hay que mantener la lima en contacto con la pieza para facilitar su limpieza.
- La lima debe situarse perfectamente apoyada sobre la superficie a limar, para evitar rebajar la pieza por las zonas periféricas.
- Hay que evitar el redondeo de las aristas de las piezas, que proviene de un mal asiento de la lima debido a un desequilibrio constante de esfuerzos ejercidos por las dos manos, y de un excesivo desplazamiento lateral de la lima en el movimiento de retorno (trazos cruzados).
- Utilizar las limas en toda su longitud de corte.
- Sujetar la lima de la forma más adecuada al tipo de trabajo que se ha de realizar.
- Elegir convenientemente el tamaño de la lima en función del tipo de superficie a trabajar.
- Durante el proceso de limado es conveniente cruzar los trazos o marcas que dejan los dientes de la lima, para poder realizar un mejor control visual del progreso de la operación (Figura 2.48.b).

2.3.3. Distintas clases de limado

Para determinar el desplazamiento óptimo de la lima han de tenerse en cuenta una serie de consideraciones, que en general se basan en las dimensiones principales de las piezas. En síntesis, pueden resumirse de la forma siguiente:

- En la Figura 2.48.a la lima se desplaza de forma perpendicular a su canto (limado atravesado). Se utiliza en superficies estrechas y largas.
- En la Figura 2.48.b y con el fin de controlar mejor el desarrollo del proceso de limado, en la ejecución del trabajo se alternan en «pasadas sucesivas» varios cambios de dirección de la trayectoria de la lima (limado cruzado).
- En la Figura 2.48.c la lima presenta un ángulo de 45º, apropiado para aquellas piezas cuya anchura sea similar a la de la lima.
- Para piezas más anchas, el ángulo formado será tanto mayor cuanto más ancha sea la pieza (Figura 2.48.d).

© Ediciones Paraninfo

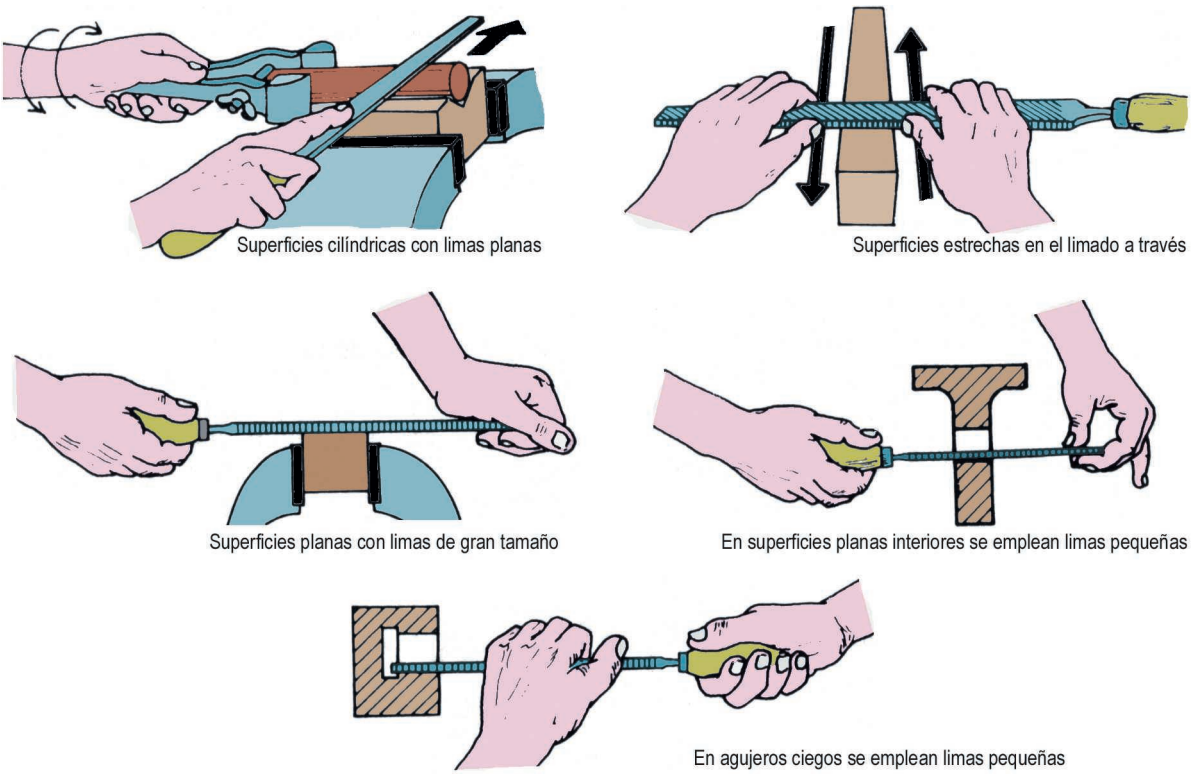


Figura 2.47. **Ejecución del limado en función del tipo de superficie.**

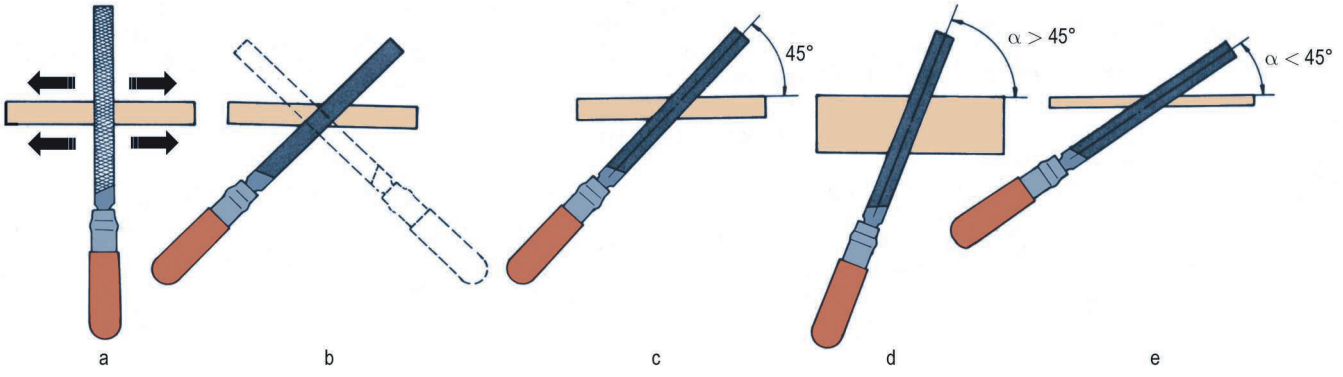


Figura 2.48. **Diferentes tipos de limado.**

- En el caso de piezas estrechas (Figura 2.48.e), el ángulo será más pequeño (directamente proporcional al valor de su anchura).

El limado habitual es el denominado cruzado. El limado atravesado se utiliza para lograr una superficie muy lisa y nivelada (Figura 2.49).

2.3.4. Cuidados y seguridad de las limas

Para el correcto uso y conservación de las limas es conveniente tener en cuenta las siguientes indicaciones:

- Se debe trabajar con mangos bien fijados. En caso contrario, la espiga puede causar lesiones importantes.
- La lima debe estar perfectamente sujeta sobre el mango para evitar riesgos de accidente.

© Ediciones Paraninfo

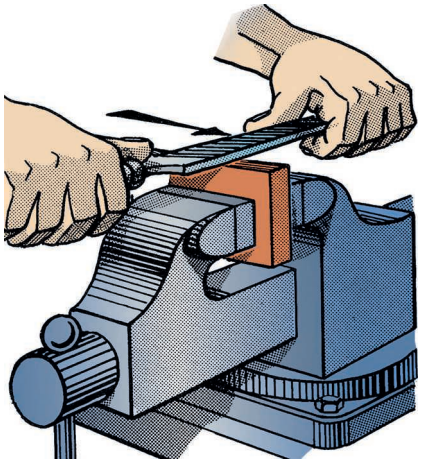


Figura 2.49. **Limado a través.**

Figura 2.50. **Carda de limpieza.**

- Los metales a trabajar deben ser más blandos que las limas.
- Durante la operación de limado, parte de las virutas que se desprenden de la pieza se quedan incrustadas en la lima, reduciendo la efectividad de la operación. Para limpiar la lima de las virutas incrustadas se utiliza un cepillo de púas metálico denominado carda.
- Hay que utilizarlo sobre la lima con cierta periodicidad en el sentido de picado, y en cualquier caso, después de haber sido utilizada. En ningún caso hay que golpear las limas sobre el banco, ya que son muy frágiles (al ser muy duras) y se rompen con facilidad.
- Para evitar la oxidación de las limas es conveniente aplicarles un barniz protector.
- Para fijar el mango sobre la espiga, hay que deslizarlo sobre la misma y golpearlo contra el banco de trabajo hasta que se agarre perfectamente a la lima. Nunca hay que golpear una lima con el martillo para ajustar el mango, en cualquier caso puede golpearse el propio mango en caso de ser de material plástico.

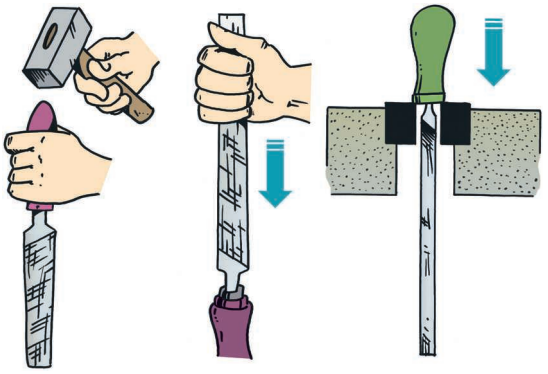


Figura 2.51. **Forma de colocar y soltar el mango de la lima.**

- Se debe frotar los dientes de la lima con tiza, para evitar que se introduzcan virutas entre los mismos, ya que estas virutas rasparían la pieza a trabajar. Esta operación de «relleno» con tiza resulta especialmente indicada en el limado de materiales no férreos (cobre, bronce, aluminio, etc.), y para conseguir un mejor pulido de las superficies.

2.4. Taladrado

El taladrado es una operación de mecanizado mediante arranque de viruta que tiene por objeto realizar mecanizados en forma de agujeros u orificios de sección circular o cónica, con ayuda de unas herramientas denominadas brocas que se accionan por medio de unas máquinas denominadas taladradoras.

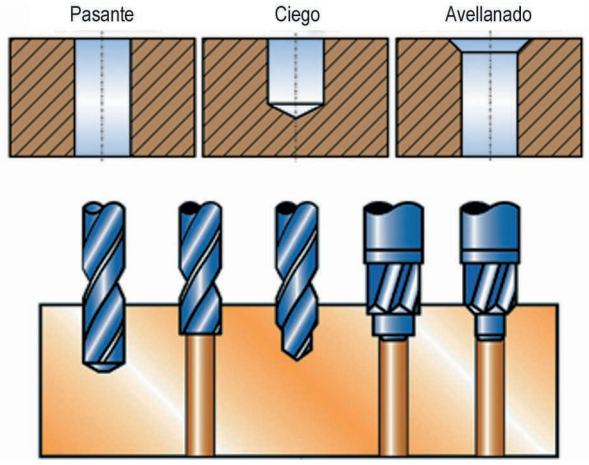


Figura 2.52. **Tipos de taladros.**

© Ediciones Paraninfo

Según sea su ejecución, los taladros pueden ser:

- Pasantes.
- Ciegos.
- Avellanados.

Taladrado de agujeros ciegos

Un agujero ciego es aquel que se practica en la pieza solo parcialmente sin atravesarla totalmente. Para ello, es necesario conocer la profundidad de taladrado y ajustar el calibre de profundidad de la máquina taladradora, o en su caso, un casquillo ajustable sobre la broca mediante un tornillo prisionero.

Avellanado

El avellanado es un proceso de mecanizado consistente en realizar un rebaje de forma cónica en el borde exterior de un agujero. Este rebaje es necesario cuando se utilizan remaches avellanados y tornillos o pernos de cabeza plana o avellanada. Para realizar esta operación se utiliza una broca para avellanados o una herramienta denominada «fresa para avellanar». En este último caso, el proceso se ejecuta en las siguientes fases:

1. Introducir la fresa de avellanar en el portabrocas.
2. Ajustar la taladradora a una velocidad baja, aproximadamente la mitad de la velocidad adecuada en una operación de taladrado normal.
3. Avanzar lentamente la fresa hasta haber eliminado la cantidad correcta de material. Esta comprobación puede realizarse comparando el tamaño del agujero con la cabeza invertida del elemento de fijación elegido.

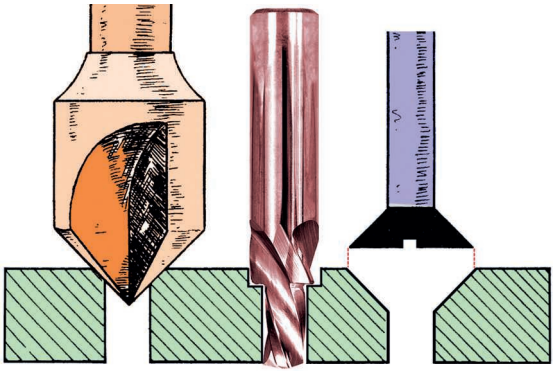


Figura 2.53. Avellanado con fresa y con broca.

2.4.1. Brocas

Las brocas constituyen el elemento principal de la operación de taladrado, y su misión consiste en arrancar el material de la pieza realizando el vaciado del agujero. Una broca está constituida por una varilla cilíndrica de acero al carbono o de acero rápido templado, sobre la que se han practicado dos ranuras helicoidales para permitir la salida de la viruta, y que una vez afiladas en su extremo determinan las aristas cortantes (labios) de esta herramienta. Las superficies que quedan inmediatamente detrás de los filos se encuentran achaflanadas o destalonadas para que únicamente las aristas cortantes entren en contacto con la pieza, evitando así rozamientos indeseados que puedan atascar o sobrecalentar la broca. Con esta disposición la broca adopta la denominación de helicoidal.

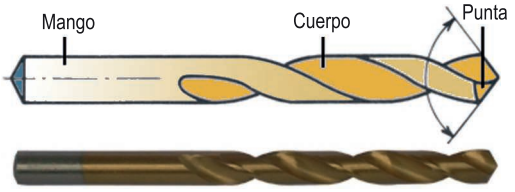


Figura 2.54. Partes de la broca.

En la Figura 2.55 pueden apreciarse la estructura y algunos de los ángulos más significativos de la broca:

- α Ángulo de la hélice.
- φ Ángulo del vértice.
- A Aristas o filos principales.
- B Superficie de desprendimiento.
- C Superficie de incidencia.
- D Hélice con bisel.

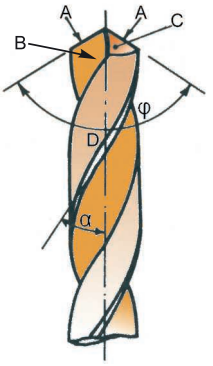


Figura 2.55. Ángulos de la broca.

En la Figura 2.56 puede observarse la sección transversal de la broca. El filo transversal es la arista que une los dos filos principales en la punta de la broca, formando un ángulo de unos 55°. El filo transversal no corta, sino que únicamente rasca sobre la pieza.

© Ediciones Paraninfo

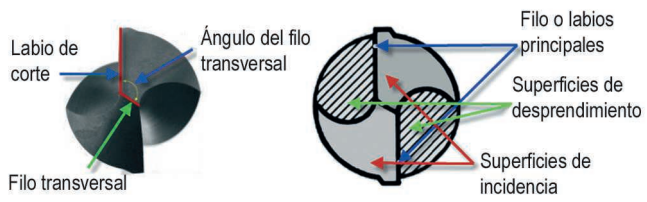


Figura 2.56. Constitución y ángulo del filo transversal de la punta de la broca.

El valor del ángulo del vértice (φ) varía en función del material a trabajar, aumentando cuando este es más blando (oscila en torno a 120º). El ángulo de la hélice (α) también varía con el tipo de material, siendo los más frecuentes: 30º para aceros y fundiciones, 40º para metales ligeros, 15º para latón, etcétera.

Para trabajar sobre materiales como el acero aleado y no aleado (hasta 900 N/mm^2), fundiciones, bronce, latón, etc., las brocas suelen fabricarse con aceros de alto límite elástico (HSS). Para trabajar sobre materiales que exijan una alta resistencia a temperaturas elevadas (aceros austenísticos, aceros inoxidables, etc.), el cuerpo de la broca suele recubrirse con un revestimiento de un material que le proporcione la adecuada dureza y resistencia (cobalto, titanio, etc.).

Figura 2.57. Brocas con recubrimiento de titanio y de cobalto.

Las brocas HSS de titanio están recubiertas de una aleación de titanio que permite taladrar todo tipo de metales con la máxima precisión, incluyendo materiales difíciles como el acero inoxidable. Este tipo de brocas permiten aumentar la velocidad de corte y son de extraordinaria duración. Las brocas HSS de cobalto son las de máxima calidad, y están recomendadas para taladrar todo tipo de metales, incluyendo los muy duros (hasta 1200 N/mm^2) y los aceros inoxidables. Tienen una especial resistencia a la temperatura, de forma que se pueden utilizar sin refrigerante y a altas velocidades de corte.

2.4.2. Tipos de brocas

Existe una gran variedad de brocas cuya forma, material, estructura de la punta, etc., dependerá de su utilidad específica correspondiente. Algunas de las más importantes son:

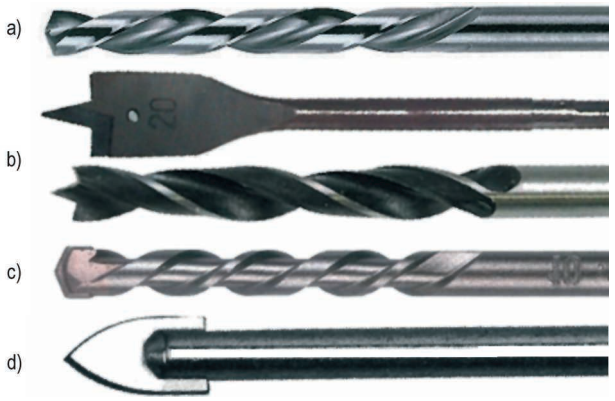


Figura 2.58. Algunos tipos de brocas: a) broca para metales; b) broca para madera; c) broca para usos múltiples; d) broca para vidrio.

- **Brocas para vidrio.** Su estructura está formada por un cuerpo en cuyo extremo presenta una plaquita de metal duro con un afilado especial. Se utilizan con abundante refrigeración por agua, petróleo, gasoil, aguarrás, etc. Necesitan afilarse con frecuencia.
- **Brocas para madera.** Su estructura presenta una geometría helicoidal con una punta de centrado rectificada y frontales cortantes.
- **Brocas de usos múltiples.** Constan de un cuerpo helicoidal en cuya punta se suelda a unos 1120 ºC una plaquita de metal duro (vidia) afilada con una muela de diamante. La hélice del cuerpo presenta una geometría asimétrica, fresada y rectificada, para conseguir una óptima salida del polvo. Normalmente se utilizan para taladrar un gran número de materiales como: ladrillo, cemento, hormigón, piedra, etc. En algunos casos también se emplean para practicar agujeros sobre vidrio.

Figura 2.59. Broca de vidia.

- **Brocas con conductos de refrigeración internos.** Este tipo de brocas disponen de unas aristas convexas con cantos redondeados y de una forma especial de las ranuras que producen virutas cortas. El refrigerante llega directamente a los labios y expulsa las virutas fuera del agujero.

© Ediciones Paraninfo

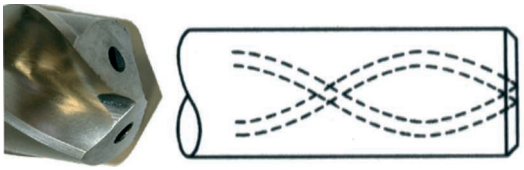


Figura 2.60. **Broca refrigerada.**

- **Brocas cónicas.** Su estructura está formada por labios que ascienden cónicamente en el contorno con ranuras rompevirutas; solo una pequeña longitud del cuerpo es cilíndrica. Con estas brocas se efectúan en un solo ciclo de trabajo agujeros cónicos, adecuados, por ejemplo, para realizar agujeros para pasadores cónicos (Figura 2.61). En la ejecución de este proceso es muy importante mantener un avance pequeño durante toda la operación.

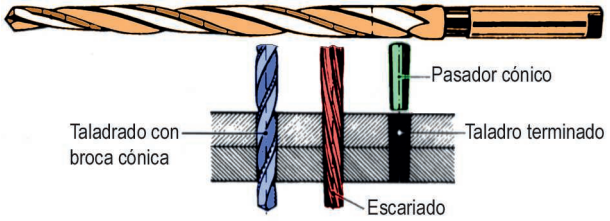


Figura 2.61. **Broca cónica para insertar pasadores.**

- **Broca universal para fresar.** La característica fundamental de este tipo de broca es la corta longitud de su hélice (prácticamente en la zona de la punta); la estructura del cuerpo está formada por una serie de hilos de fresar con rompevirutas. Está especialmente indicada para taladrar y fresar sobre chapa o cualquier material de pared delgada. Asimismo, con esta broca pueden realizarse taladros de gran diámetro, o trazar cortes de forma libre.

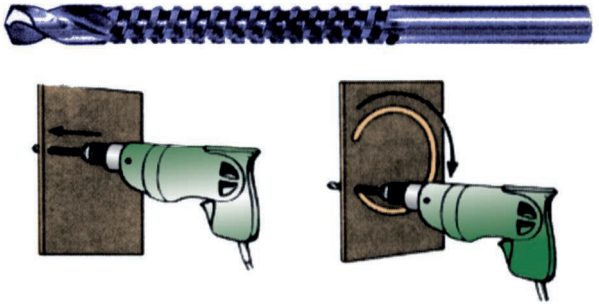


Figura 2.62. **Broca universal para fresar.**

- **Broca para puntos de soldadura.** La configuración de la punta presenta una forma autocentrante (similar a las brocas para madera), y unos filos principales con un ángulo de punta de 180º. Se utiliza principalmente para taladrar puntos de soldadura por resistencia sin destruir la chapa inferior.

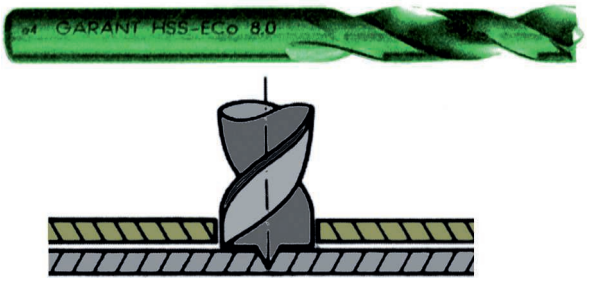


Figura 2.63. **Broca para puntos de soldadura.**

- **Brocas para avellanar.** La estructura escalonada del cuerpo de la herramienta permite conseguir simultáneamente un taladro pasante y un avellanado superficial para escamotear la cabeza del tornillo que ha de introducirse en el agujero. En función del tipo de avellanado, cilíndrico (180º) o cónico (90º), la broca tendrá una configuración u otra.

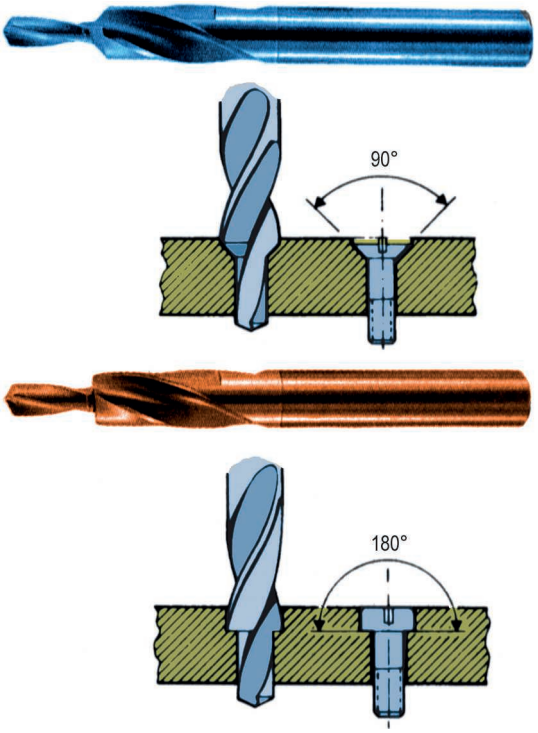


Figura 2.64. **Broca para avellanar.**

- **Broca de corte cónico.** La forma aguda de la punta en este tipo de brocas permite que pueda taladrarse directamente la chapa sin necesidad de pretaladrado. Dispone de dos filos cortantes que ascienden cónicamente a unos 20º, presentando un perímetro destalonado; el corte cónico se produce radial-

© Ediciones Paraninfo

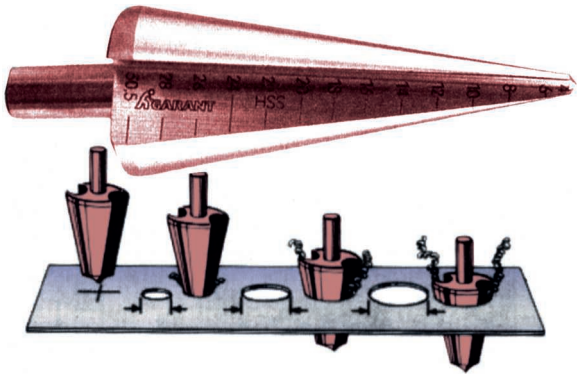


Figura 2.65. **Broca de corte cónico.**

mente. Habitualmente trabajan sin producir rebabas ni señal alguna, y pueden utilizarse tanto en taladros manuales como de columna. Es importante utilizar siempre el refrigerante adecuado.

- **Brocas cónicas escalonadas.** Son muy similares a las anteriores, aunque en este caso el corte cónico se produce con escalonamiento según la progresión que presente la estructura cónica del cuerpo. Disponen de una cabeza cilíndrica para puntear, y realizan un achaflanado simultáneo mediante las cuchillas oblicuas del escalón siguiente.

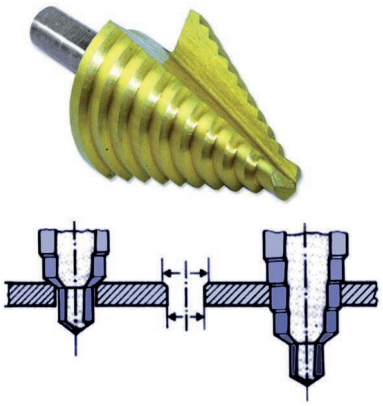


Figura 2.66. **Broca cónica escalonada.**

- **Broca de puntear.** Son brocas que se utilizan para marcar centros de piezas que se van a tornear.

Figura 2.67. **Broca de puntear.**

- **Coronas o campanas de corte.** Son unas herramientas de corte circular formadas por dos piezas: broca de centrar (cambiable) y corona, en perfecta concentricidad. La corona está formada por plaquitas estrechas de metal duro con ángulo de viruta positivo. Están especialmente indicadas para realizar agujeros de gran diámetro en metales planos de hasta 4 mm de espesor.

Figura 2.68. **Corona de corte.**

2.4.3. Taladradoras

Las taladradoras son las máquinas que generan el movimiento de rotación necesario para realizar los agujeros, en ellas se montan las brocas como herramientas de corte. El movimiento de translación o rectilíneo lo realiza el operario si se trata de una taladradora manual o la propia taladradora cuando dispone de avance automático.

Las taladradoras pueden dividirse en:

- Portátiles.
- Fijas.

Taladradoras portátiles

Las taladradoras portátiles en la actualidad pueden ser eléctricas o neumáticas. Las taladradoras eléctricas utilizan como fuente de energía la electricidad, ya sea de la red o a través de una batería adosada a ella. Son muy utilizadas por su comodidad de uso, así como por su eficacia. Las taladradoras neumáticas necesitan una red de aire comprimido para dar movimiento a la broca.

Las diferencias entre ambas se centran en que las neumáticas son más silenciosas y de menor peso, aunque es necesario disponer de una red de aire comprimido con salidas convenientemente lubricadas. En cambio, las eléctricas son más versátiles debido a la facilidad de disponer de conexiones de red, o mejor aún, la autonomía que presentan las taladradoras a batería. Como problema añadido, las taladradoras eléctricas no deben forzarse demasiado, ya que el motor puede resultar gravemente dañado (para ello hay que elegir bien la potencia en función del trabajo a efectuar); además, presentan los riesgos inherentes a cualquier máquina que utilice corriente eléctrica para su funcionamiento (cortocircuitos, problemas de aislamientos, etc.).

© Ediciones Paraninfo

Figura 2.69. **Diferentes tipos de taladradoras portátiles.**

En todas ellas, las brocas se sujetan mediante portabrocas accionados manualmente o a través de una llave especial. En síntesis, consisten en unas camisas que llevan adosadas tres mordazas con muelles que las obligan a estar en contacto con la camisa. La camisa al girar se rosca en un cuerpo y empuja a las mordazas de la broca ciñéndolas sobre esta, realizándose así la fijación.

Figura 2.70. **Portabrocas automático y manual.**

Este tipo de taladradoras tienen una reducida gama de revoluciones, por lo que resultan poco operativas para determinados trabajos, aunque la gran ventaja que ofrecen es que proporcionan una gran accesibilidad a cualquier zona para realizar el taladrado.

Algunas variedades de este tipo de máquinas son:

- **Taladradoras angulares (en ángulo recto).** Son muy utilizadas para poder operar en lugares de difícil acceso.
- **Minitaladradoras.** Son unas pequeñas taladradoras que alcanzan un gran número de r. p. m. (unas 20 000), lo que las hace especialmente indicadas para brocas de pequeño diámetro (0,5, 1, 1,5, 2 mm, etc.).
- **Percutoras.** En este tipo de máquinas, además del movimiento circular, la broca tiene otro movimiento axial alternativo para poder taladrar materiales como el cemento, hormigón, etc. Hoy en día, este dispositivo suelen incorporarlo gran número de taladradoras eléctricas convencionales.

Taladradoras fijas

Las taladradoras fijas proporcionan una mayor comodidad y precisión en los trabajos de taladrado. Van equipadas con un portabrocas similar al de las portátiles, una base donde se sitúa un conjunto de mordazas móvil y orientable, una manivela o palanca para dar avance a la broca y un sistema de poleas para modificar la velocidad de la broca. A su vez pueden dividirse en:

- Sensitivas (de accionamiento manual), generalmente de sobremesa.
- De columna (manuales o automáticas) que apoyan directamente sobre el suelo.

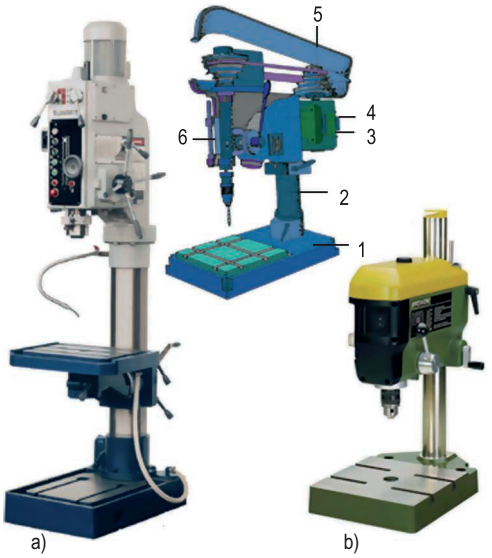


Figura 2.71. **Taladradoras fijas: a) de columna; b) sensitivas (de sobremesa).**

© Ediciones Paraninfo

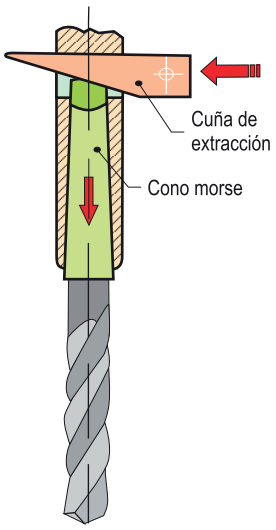


Figura 2.72. **Cono morse.**

Las taladradoras de columna son mayores que las de sobremesa, por lo que se pueden realizar taladros en piezas más grandes. Además, habitualmente disponen de una mesa giratoria tanto en el plano vertical como en el horizontal. Pueden trabajar con brocas de mayores diámetros; para ello, es necesario quitar el portabrocas desacoplando el cono «morse», y alojar en su lugar la broca adecuada, que en diámetros grandes presenta el mango en forma de cono «morse», similar al cono del portabrocas (hasta ∅ 13 mm las brocas tienen el mango cilíndrico, a partir de ∅ 15 mm tienen el mango cónico). En algunas ocasiones puede ser necesario interponer un casquillo reductor «morse» entre la broca y el husillo. Las taladradoras de columna pueden ofrecer un elevado número de prestaciones, como: girar en ambos sentidos, disponer de un circuito de refrigeración para las piezas a taladrar, incorporar un sistema de iluminación propio junto al portabrocas, programarse para que avancen automáticamente en función de unos parámetros prefijados, etcétera.

2.4.4. Técnica de taladrado

El proceso para realizar correctamente la operación de taladrado puede resumirse en los siguientes pasos o fases:

- Agarrar la broca mediante el portabrocas de la máquina taladradora o introduciendo a presión el cono «morse».
- Sujetar correctamente la pieza a taladrar sobre la mordaza, utilizando para su perfecto amarre bridas, calzas, etc. Esta operación es sumamente importante para evitar que las piezas puedan ser arrastradas por las brocas. En general, las piezas pequeñas se sujetan mediante la mordaza o tornillo de banco en su defecto, las chapas es conveniente sujetarlas mediante las entenallas (colocando una base de material blando como la madera o el plástico), y por último las piezas de grandes dimensiones pueden sujetarse sobre la mesa de la taladradora utilizando garras, bridas o tornillos de sujeción (Figura 2.73).
- Realizar un graneteado del centro del agujero para guiar el inicio de la perforación.
- Antes de realizar agujeros de diámetro elevado, conviene pretaladrar previamente la pieza con una broca de diámetro inferior. Antes de poner en marcha la máquina taladradora hay que vigilar que la punta de la broca no esté en contacto con la pieza.
- Seleccionar adecuadamente la velocidad de giro y el avance adecuado en función del tipo de broca, diámetro y naturaleza del material a trabajar. La

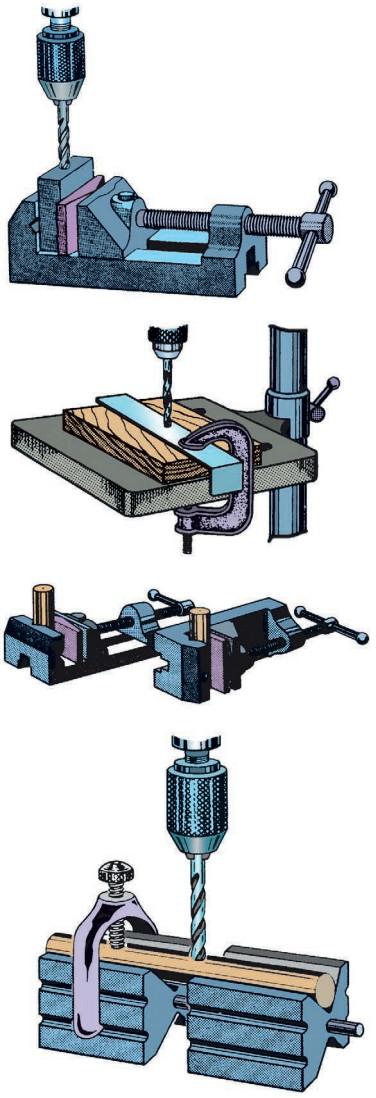


Figura 2.73. **Sujeción correcta de piezas.**

© Ediciones Paraninfo

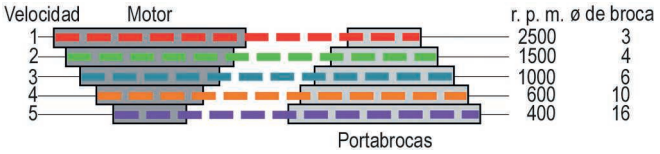


Figura 2.74. Ejemplo de caja de velocidades en equipos de columna o sobremesa.

selección de la velocidad adecuada puede realizarse mediante poleas, engranajes o electrónicamente.

- Durante la operación de taladrado, la forma de la viruta generada vendrá determinada por el tipo de material a trabajar, por el tipo de broca utilizada, la velocidad de corte y por el avance aplicado (si el avance es rápido se logrará mayor espesor de viruta). Normalmente, los materiales blandos (aluminio, cinc, cobre, plásticos, etc.) suelen producir virutas largas. Conviene sacar la broca cuando la viruta no salga al exterior.
- Refrigerar adecuadamente la zona de contacto entre broca y pieza para reducir el rozamiento y mantener una temperatura baja en la broca. El refrigerante adecuado vendrá dado por el tipo de material a trabajar, aunque normalmente suelen utilizarse productos específicamente concebidos para esta operación o en su defecto:
  - Aceite de corte para el acero.
  - Parafina para el cobre.
  - Aguarrás (trementina) para el aluminio.

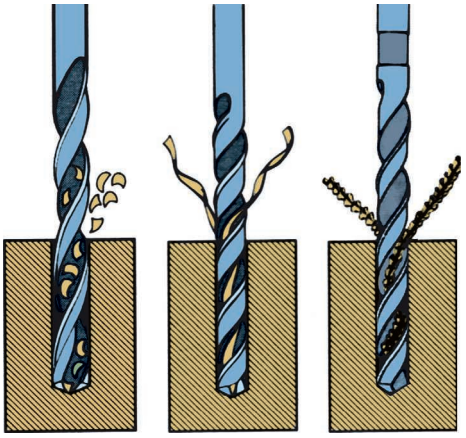


Figura 2.75. Forma de la viruta en función del material taladrado.

2.4.5. Parámetros de la operación de taladrado

Durante la operación de taladrado, la broca está sometida a dos movimientos simultáneos: uno de rotación alrededor de su eje (expresado en r. p. m.) y otro de avance que permite introducir la broca en la pieza (expresado en mm/vuelta). En consecuencia, la fuerza que habrá que ejercer sobre la broca vendrá dada por el valor del avance adecuado, que estará en función del tipo de broca y de la calidad superficial de la pieza. Generalmente, una presión excesiva podría romper o quemar la broca; en cambio, si es demasiado baja ejercerá una acción de embotamiento.

Con base en ello, en el taladrado habrá que tener en cuenta los siguientes parámetros:

1. **Velocidad de corte.** La velocidad de corte es uno de los factores principales que determina la duración de la broca y se define como la velocidad lineal en la periferia de la broca, o dicho de otra forma, el espacio recorrido por un punto situado en la periferia de la broca en la unidad de tiempo. Su elección viene determinada por el material de fabricación de la broca, el tipo de material a taladrar y las características de la máquina taladradora. Una alta velocidad de corte permite realizar el taladrado en menos tiempo pero acelera el desgaste de la broca.
2. **Velocidad de rotación.** Indica la velocidad de giro de la broca y se expresa normalmente en revoluciones por minuto. Se calcula a partir de la velocidad de corte y del diámetro de la broca.
3. **Avance.** Representa la velocidad de penetración de la broca en la pieza a taladrar. Puede expresarse de dos maneras: como milímetros de penetración por revolución de la broca, o como milímetros de penetración por minuto de trabajo.

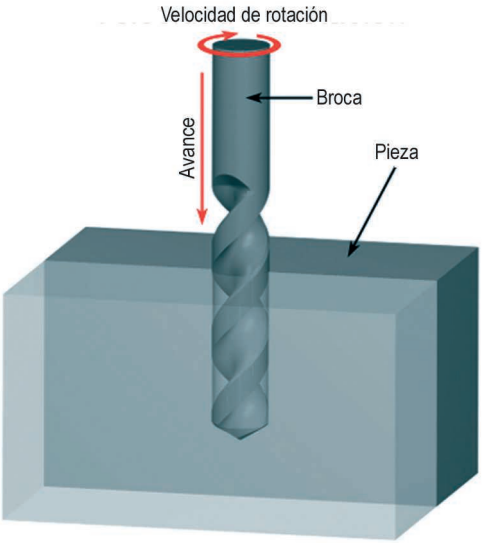


Figura 2.76. Movimientos y fuerzas sobre la broca.

© Ediciones Paraninfo

Estos parámetros se relacionan mediante las siguientes fórmulas:

$$N = \frac{V \times 1000}{D \times \pi} \qquad V = \frac{N \times D \times \pi}{1000}$$

N = Número de revoluciones o velocidad de rotación

π = 3,14

D = Diámetro de la broca en mm

V = Velocidad de corte en metros/minuto

Ejemplo: Cálculo de la velocidad de rotación que es necesario aplicar para taladrar un acero convencional que tiene una velocidad de corte de 20, usando una broca de 6 mm de diámetro.

$$\text{Velocidad de rotación} = \frac{\text{Velocidad de corte} \times 1000}{(\text{Diámetro} \times \pi)}$$

$$\text{Velocidad de rotación} = \frac{20 \times 1000}{6 \times 3{,}1416} = 1061 \text{ r. p. m.}$$

2.4.6. Normas de seguridad e higiene en el taladrado

Algunas normas de seguridad importantes que se deben seguir en el taladrado son:

- No acercar la cabeza al portabrocas, puesto que podría engancharse al cabello.
- No tocar las virutas generadas, ya que son altamente cortantes.
- No acercar demasiado la mano a la zona de contacto con la pieza.
- Extremar las precauciones al sujetar la pieza (sobre todo en chapas) para evitar que se enganche al movimiento del portabrocas o que salga despedida a gran velocidad.
- Extremar las precauciones si se sopla con aire comprimido para limpiar las virutas generadas.
- Utilizar prendas de protección adecuadas: guantes, gafas o caretas de protección facial y peto de cuero.
- No tocar la broca estando aún caliente.
- No sujetar con las manos una pieza en movimiento.

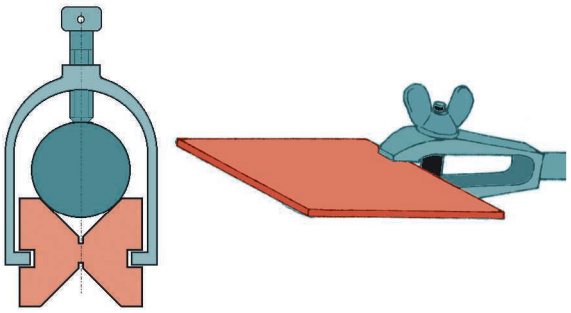


Figura 2.77. **Forma de sujetar correctamente las chapas y piezas cilíndricas.**

2.5. Escariado

Se denomina escariado a la operación de mecanizado que se realiza para conseguir un acabado fino y de precisión en agujeros que han sido previamente taladrados con una broca a un diámetro ligeramente inferior. El escariado es, por tanto, una operación complementaria al taladrado.

2.5.1. Escariadores

Se denomina escariador a una herramienta manual de corte que se utiliza para conseguir agujeros pulidos y de precisión cuando no es posible conseguirlos con una operación de taladrado normal. Los escariadores manuales suelen estar fabricados de acero rápido o al carbono y se reconocen por la forma cuadrada de su extremo.

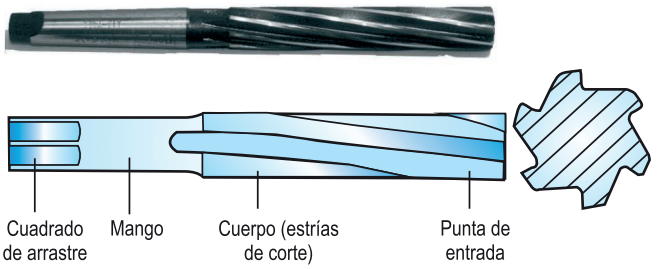


Figura 2.78. **Partes del escariador.**

Para realizar la clasificación de los escariadores se utilizan diferentes criterios relacionados con su configuración y su empleo:

- Según su forma, se clasifican en cilíndricos y cónicos.
- Según su accionamiento, pueden ser manuales o escariadores de máquina.

© Ediciones Paraninfo

- En función de la forma de las aristas o estrías del escariador, podemos distinguir dos tipos: de aristas rectas y de aristas helicoidales.

Figura 2.79. Escariador cilíndrico y cónico.

Figura 2.80. Escariador de máquina (a) y manual (b) cilíndrico y cónico.

Figura 2.81. Escariador de arista helicoidal y de arista recta.

Los escariadores de estrías helicoidales se emplean para dejar la superficie más afinada y con más precisión en sus medidas. Tienen el inconveniente de ser más difíciles de afilar que los de filos rectos.

Los escariadores de medida fija tienen el inconveniente de su utilización exclusiva en orificios de igual diámetro. Para ampliar el espectro de utilización, existen unos escariadores regulables cuyas aristas de corte se encuentran introducidas en unas ranuras cónicas a lo largo del cuerpo roscado del escariador y pueden salir más o menos del mismo, según se apriete o se afloje una tuerca colocada a tal fin en su extremo. Habitualmente, este tipo de escariadores se usan para escariar orificios de tamaños irregulares, como sucede en los trabajos de reparación. Su tamaño puede ajustarse entre 0,8 mm y 8 mm. En otras ocasiones, al cuerpo del escariador se le pueden intercambiar diferentes cabezas de escariado.

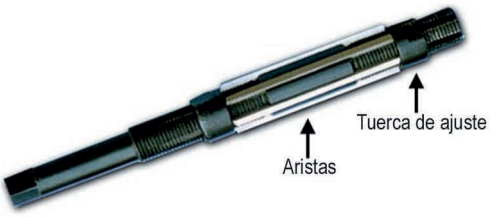


Figura 2.82. Escariador regulable.

Normalmente, el cuerpo del escariador es más estrecho en la punta para permitir la entrada de la herramienta en los agujeros. Los filos de esa zona (punta) se denominan principales por ser los que cortan la mayoría del material. Los filos del cuerpo únicamente alisan la superficie y dejan el agujero a la medida adecuada.

Para hacer girar el escariador se utiliza un giramachos que se acopla en el cuadrado de arrastre de la herramienta. Existen escariadores manuales de tamaños comprendidos entre 3 mm y 38 mm.

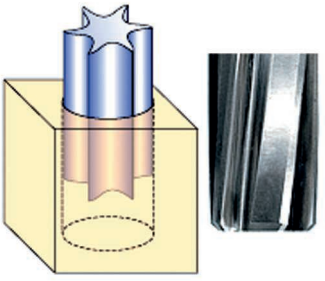


Figura 2.83. Detalle del estrechamiento en la punta del escariador.

2.5.2. Técnica de escariado

La técnica de escariado comprende las siguientes operaciones:

1. Taladrar un agujero más pequeño que la medida final. El diámetro de taladrado vendrá dado por la medida del escariador empleado, según la Tabla 2.5.

   Según la misma, en caso de utilizar un escariador de 6 mm, el agujero a taladrar deberá ser de 5,85 mm como mínimo, para que el material a cortar (sobremetal) no rebase el valor indicado en la misma.
2. Sujetar la pieza en un tornillo de banco, con el agujero en vertical (si esta es pequeña, a veces se sujeta el escariador y se hace girar la pieza).
3. Acoplar un giramachos al cuadrado de arrastre del escariador.

© Ediciones Paraninfo

Tabla 2.5. Espesor de corte en función del diámetro del escariador

Diámetro del escariador (mm)	Espesor de corte
Hasta 7 mm	0,15 mm
De 7 mm a 20 mm	0,25 mm
De 20 mm a 50 mm	0,40 mm
Más de 50 mm	0,80 mm

4. Mantener el escariador en ángulo recto con la superficie de la pieza y aplicar una ligera presión sobre ella. Para verificar la perpendicularidad del escariador con respecto a la superficie de la pieza, resulta conveniente utilizar una escuadra de 90º.

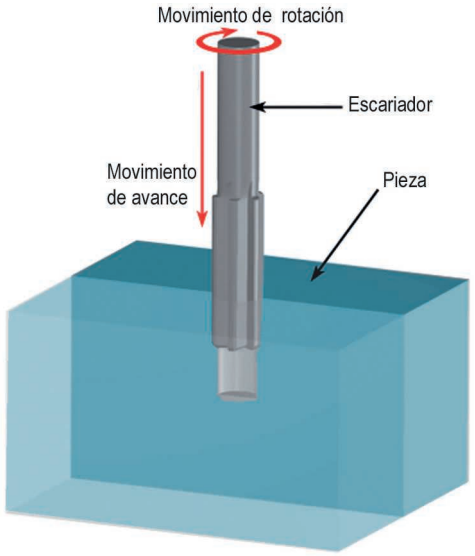


Figura 2.84. Movimientos y fuerzas sobre el escariador.

5. Girar el escariador de manera lenta y uniforme, asegurándose de que queda bien alineado con el agujero.
6. Avanzar el escariador en el agujero de forma constante. En una vuelta, debe penetrar como mucho una cuarta parte de la longitud de su diámetro.
7. Utilizar fluido de corte como lubrificante, en caso necesario.
8. Continuar girando el escariador en el sentido de las agujas del reloj hasta completar la operación. Mantenerlo girando hacia adelante mientras se extrae del orificio.
9. En caso de utilizar escariadores de máquina, hay que tener en cuenta que las velocidades de corte deben ser menores que las del taladrado y los avances mayores.

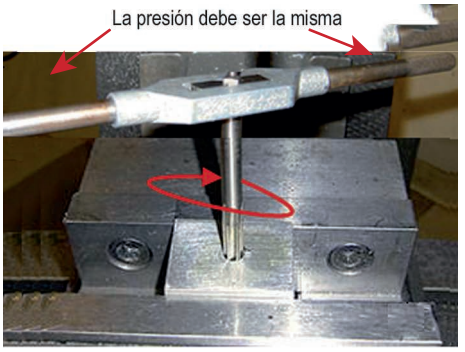


Figura 2.85. Operación de escariado manual.

2.5.3. Consideraciones sobre el uso de los escariadores

Al usar escariadores se debe tener en cuenta:

- Nunca se debe girar un escariador hacia atrás, para evitar el acuñamiento de los bordes detrás de la arista cortante, lo que ocasionaría su deterioro.
- Cuando el escariador vibra, debe comprobarse el afilado del mismo.
- Al trabajar con escariadores cónicos, hay que tener un especial cuidado con el avance aplicado, ya que se «acuñan» (agarrotan) con facilidad.
- Debe procurarse que el escariador se introduzca lo más centrado posible en el agujero.

2.6. Roscado

Con el término «rosca» se designa a una configuración de trayectoria helicoidal, elaborada en un cuerpo de revolución, generalmente cilíndrico. También puede considerarse a una rosca como el arrollamiento en forma de hélice de un perfil (triangular, redondo, trapecial, etc.) sobre un cilindro. Dependiendo de que la ejecución de la rosca sea en la parte interior o exterior de la superficie de una pieza determinada, se obtendrán roscas interiores (tuercas) o exteriores (tornillos) respectivamente.

Figura 2.86. Tornillo y tuerca.

© Ediciones Paraninfo

Básicamente, las aplicaciones más importantes de las roscas son:

- Como elementos de fijación o sujeción en uniones amovibles: tornillos, tuercas, tirafondos, varillas roscadas, espárragos, etc., con los que se consiguen todo tipo de uniones y ensamblajes.
- Como sistemas transformadores del movimiento.

2.6.1. Características de las roscas

Una rosca queda definida, además de por el tipo de perfil del filete, por una serie de características que completan su definición. Estas son, básicamente:

- **Diámetro nominal (D).** Es el diámetro mayor del elemento roscado.
- **Diámetro interior (d).** Corresponde al diámetro del cilindro sobre el que se encuentra el filete de rosca:
  - **Tornillo.** Se mide entre fondos de valles y se denomina diámetro del núcleo.
  - **Tuerca.** Se mide entre crestas y se denomina diámetro del agujero de la tuerca.
- **Paso (P).** Es la distancia existente entre dos hilos consecutivos de la rosca. También se define como el número de hilos por unidad de longitud (pulgadas).
- **Ángulo α (de rosca o de flancos).** Es el determinado por los flancos del filete.
- **Profundidad de rosca (h).** Es la distancia existente entre la cresta y el valle del filete.

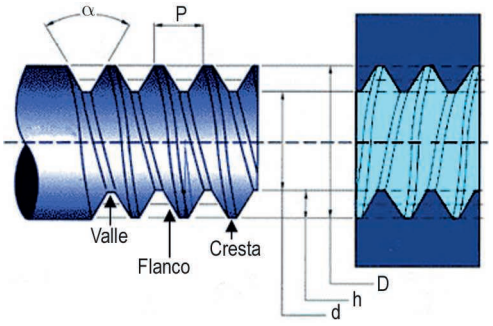


Figura 2.87. Características principales de las roscas de un tornillo y de una tuerca.

Las roscas admiten tres grados de calidad: fina (f), media (m) y basta (g); las letras que designan estas calidades se colocan a continuación de la denominación habitual de la rosca (generalmente, la calidad «m» se omite). La rosca fina es aquella que para un mismo diámetro exterior tiene más pequeño el paso que la rosca media o normal, y por ello tiene menor profundidad.

2.6.2. Identificación y medición de las roscas

Para proceder a la identificación de una rosca, en primer lugar es conveniente averiguar su paso. Esta operación puede realizarse mediante varios procedimientos:

- Con la ayuda de plantillas o peines de rosca. Estos peines están formados por diferentes láminas que por la parte superior tienen el perfil de una rosca determinada, con lo que para identificar una rosca dada, basta con ir probando sucesivamente estas láminas hasta encontrar el perfil que se adapte perfectamente a la rosca en cuestión. En el caso de roscas métricas, las láminas llevan grabado el paso en milímetros, y en el caso de roscas Whitworth, indican el diámetro exterior en pulgadas y el paso en número de hilos por pulgada.

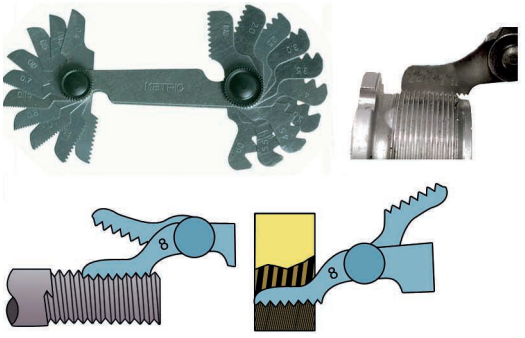


Figura 2.88. Identificación de una rosca mediante peine de roscas.

- Mediante una serie de calibres de límites «pasa, no pasa» (anillos moleteados, herraduras, tampones). Consisten en una serie de patrones roscados (o lisos para ejes y taladros) que sirven de referencia para comprobar roscas interiores (introduciéndolos) o exteriores (roscando sobre ellos). En unos casos estos patrones roscarán sin dificultad sobre la rosca a medir (pasa), y en otros, solo se introducirán un par de hilos de rosca (no pasa).
- Utilizando un calibre o «pie de rey». Para hallar el paso de una rosca métrica, se mide la longitud de diez hilos con las puntas del calibre, siendo el paso, la décima parte de la medida obtenida. En la rosca Whitworth hay que determinar los hilos que entran en una pulgada (1 pulgada = 25,4 mm).

A continuación, habrá que comprobar el diámetro exterior. Para determinar este diámetro es necesario realizar las siguientes consideraciones:

- En los tornillos se mide en las crestas de los filetes.
- En las tuercas se mide en el fondo o valle de la rosca.

© Ediciones Paraninfo

Figura 2.89. Útiles de comprobación de roscas.

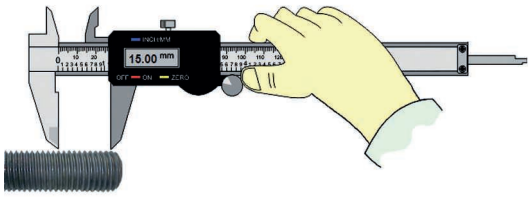


Figura 2.90. Medida del paso de una rosca con el pie de rey.

2.6.3. Cálculos del roscado

Teniendo en cuenta las características de las roscas que se muestran en la Figura 2.87, a continuación se describen los cálculos más habituales que se realizan para ejecutar las operaciones de roscado.

Cálculo de la profundidad de la rosca

Cálculo de la profundidad de la rosca	
Métrico $h = 0{,}7 \times P$ Whitworth $h = 0{,}64 \times P$	Siendo • h = profundidad de la rosca • P = paso

Cálculo del diámetro de la varilla a roscar

El enorme rozamiento de los hilos de la tuerca en los de la rosca que se construye hace disminuir el diámetro de esta, lo que puede provocar la rotura de las crestas de los filetes, por lo que es aconsejable que la varilla que ha de roscarse sea de un diámetro ligeramente menor que el diámetro nominal. Este cálculo se realiza aplicando la siguiente fórmula:

Cálculo del diámetro de la varilla a roscar	
$d = D - (0{,}1 \times P)$	Siendo • d = diámetro de la varilla • D = diámetro exterior o nominal • P = paso

Cálculo del diámetro del taladro para realizar una tuerca

Para determinar el diámetro del taladro a realizar se utilizan, según el caso, las siguientes fórmulas:

Cálculo del diámetro de la broca para taladrar	
Métrico $d = D - P$ Whitworth $d = D - (1{,}28 \times P)$	Siendo • d = diámetro de la broca • D = diámetro exterior o nominal • P = paso

Como ejemplo, en la Tabla 2.6 se detallan algunos de los diámetros más característicos.

Tabla 2.6. Diámetro de taladro en función del diámetro de rosca

Rosca métrica DIN 13		Rosca Whitworth DIN 11	
∅ nominal de la rosca (mm)	∅ del taladro (mm)	∅ nominal de la rosca (pulgadas)	∅ del taladro (mm)
M3	2,50	W 1/8	2,50
M4	3,30	W 3/16	3,60
M5	4,20	W 1/4	5,10
M6	5,00	W 5/16	6,50
M8	6,80	W 3/8	7,90
M10	8,50	W 1/2	10,50
M12	10,20	W 3/4	16,50

2.6.4. Útiles de roscado

Como ya se ha indicado anteriormente, una rosca puede definirse como un cuerpo de pequeña sección (filete) que se arrolla sobre una superficie cilíndrica (interior o exterior), siguiendo una trayectoria helicoidal sobre ella.

La operación de roscar consiste en tallar una rosca sobre la superficie de un cilindro (tornillo) o las paredes interiores de un taladro (tuerca).

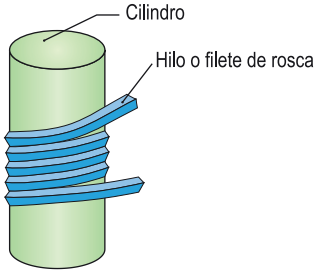


Figura 2.91. Rosca.

© Ediciones Paraninfo

Terraja (cojinete)

Básicamente, roscar un tornillo consiste en eliminar, de un trozo de material cilíndrico, de diámetro ligeramente menor al exterior de la rosca, la parte de material sobrante entre filete y filete, es decir, practicar una acanaladura helicoidal sobre dicho cilindro. Para la realización del roscado sobre varillas cilíndricas, estas han de presentar una superficie perfectamente lisa y regular (calibrada), empleándose una herramienta de corte denominada terraja o cojinete. La terraja consiste en una especie de tuerca fabricada con aceros de alta calidad (rápidos y templados), que dispone de unas ranuras longitudinales de sección circular, que conforman las aristas de corte y determinan las caras de desprendimiento, facilitando la salida del material cortado (viruta). Una de sus dos caras lleva la «entrada», que consiste en un avellanado que facilita el centrado e inicio de la rosca en la varilla o perno.

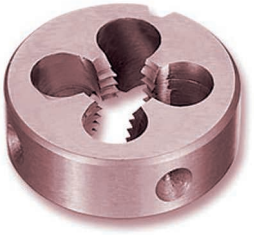


Figura 2.92. **Terraja o cojinete.**

Macho de roscar

Para realizar roscas sobre taladros, las herramientas empleadas son unos «tornillos» (machos de roscar) de acero al carbono y templados para darles mayor dureza, a los cuales se les han practicado tres o cuatro ranuras longitudinales que conforman las aristas de corte. La configuración de estas determina las caras de desprendimiento que permiten la salida del material cortado o viruta. La cara de incidencia se genera mediante un destalonado realizado en la entrada del macho. Se presentan, generalmente, en juegos de tres para facilitar el tallado progresivo de la rosca.

Figura 2.93. **Macho de roscar.**

Existe un juego para cada diámetro nominal y para cada paso.

El tornillo o macho de roscar consta de las siguientes partes:

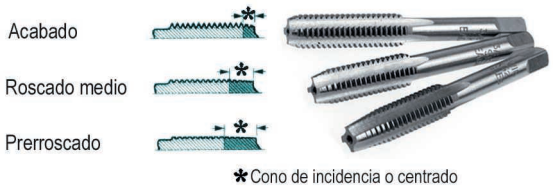


Figura 2.94. **Juego de tres machos de roscar.**

a) Cuadrado de arrastre o cabeza. Es la parte que se acopla al «bandeador» o giramachos.

b) Mango. Es la parte cilíndrica. Lleva impresas las características de fabricación del material, diámetro nominal, paso y número de ejecución.

c) Cuchillas de corte.

d) Acanaladuras. Guían la viruta desprendida.

e) Parte cilíndrica roscada. Su misión es guiar el avance de la herramienta.

f) Parte cónica roscada. Acaba en forma cónica para facilitar el paso en el taladro que hay que roscar.

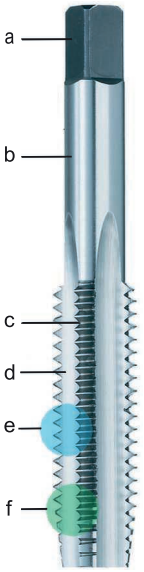


Figura 2.95. **Partes de un macho de roscar.**

Portaterrajas y giramachos (bandeador)

Son portaherramientas manuales fijas (portaterrajas) o regulables (bandeadores) que hacen girar a las herramientas de corte en el proceso de roscado. Los hay de dos brazos, con mecanismo de carraca, especiales para lugares de difícil acceso, etcétera.

© Ediciones Paraninfo

Figura 2.96. **Portaterrajas y giramachos.**

2.6.5. Técnica de roscado manual de un tornillo o espárrago

En el proceso de roscado manual de un tornillo o espárrago se deben seguir los siguientes pasos:

1. **Preparación de la pieza:**

Para facilitar la entrada de la terraja, puesto que esta no tiene ángulo de incidencia ni corta en buenas condiciones, conviene practicar un chaflán al extremo de la varilla.

Figura 2.97. **Achaflanado superior de la varilla a roscar.**

2. **Ejecución del roscado:**

- Inmovilizar la varilla sobre un tornillo de banco o cualquier otra herramienta de sujeción adecuada.

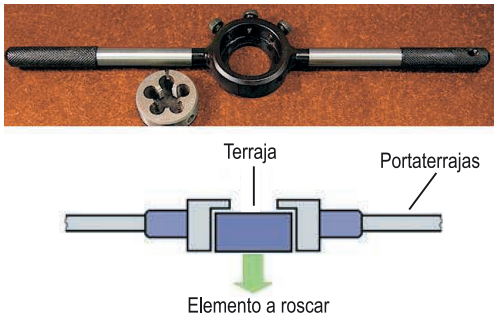


Figura 2.98. **Portaterrajas.**

- Introducir la terraja en el portaterrajas, con el lado de inicio de la rosca hacia fuera, y colocada de tal manera que el lado de cierre del portaterrajas empuje a la terraja contra la varilla a roscar, ya que en caso contrario serían los tornillos de inmovilización los que soportarían el esfuerzo de empuje.
- Iniciar el roscado situando la terraja perpendicularmente a la varilla y girando el portaterrajas en ciclos de media vuelta en sentido de avance y 1/4 de vuelta hacia atrás, para cortar y eliminar la viruta desprendida.

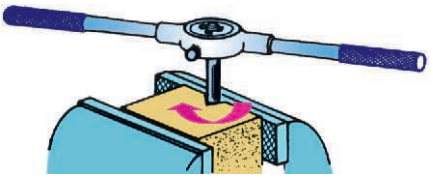


Figura 2.99. **Disposición para el roscado.**

- Debido al rozamiento producido en el proceso de corte, es necesario lubricar constantemente la zona roscada con aceite de corte o «taladrina».

2.6.6. Técnica de roscado manual de un taladro

En el proceso de roscado manual de un taladro se deben seguir los siguientes pasos:

1. **Preparación de la pieza:**

- Taladrar al diámetro correspondiente, realizando los cálculos necesarios según lo establecido en el Apartado 2.6.3, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:
  - Estos cálculos son aplicables para materiales de la serie II (aceros, aleaciones de cinc, etc.), para materiales de la serie I (fundiciones, latones, bronces, aleaciones de aluminio, etc.), los diámetros del taladrado han de ser sensiblemente inferiores (de 2 a 3 décimas de mm como término medio).
  - Cuando el agujero es ciego, se procurará obtener más profundidad que la que se desee roscar.
- Realizar un avellanado a 120º para evitar las rebabas que se producen en el roscado y para facilitar el centrado e inicio de la rosca.

2. **Ejecución del roscado:**

- Sujetar adecuadamente la pieza a roscar, normalmente en un tornillo de banco.

© Ediciones Paraninfo

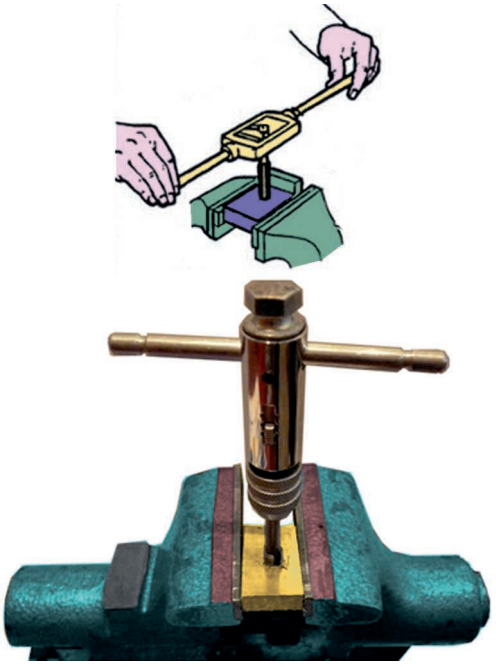


Figura 2.100. Ejecución del roscado.

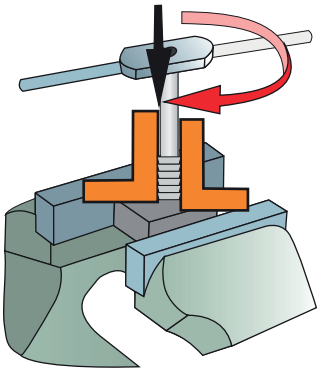


Figura 2.101. Comprobación de la perpendicularidad del macho de roscar.

- En primer lugar se ha de introducir el macho de roscar número 1 de «prerroscado» (es el que más cono tiene), utilizando el portaherramientas denominado «giramachos» o «bandeador», comprobando que en todo momento su posición es completamente perpendicular a la pieza a roscar, por lo que resulta aconsejable utilizar una escuadra para evitar inclinaciones. Con los machos de roscar actuales (fabricados con aceros HSS), no es recomendable realizar movimientos de retroceso para cortar la viruta arrancada, ya que de esta forma se produce un desafilado prematuro de la herramienta, recomendándose, por tanto, roscar de manera continua.
- A continuación se pasará el segundo macho de roscar. Este tiene el extremo menos cónico y los filetes de la rosca algo más perfilados.
- Por último, se introducirá el tercer macho de la serie. Se denomina de acabado y prácticamente no presenta forma cónica alguna, estando los filetes de las roscas con un perfil completamente definido.

Figura 2.102. Macho de acabado.

Consideraciones en el roscado

Algunas consideraciones a tener en cuenta en el proceso del rascado son las siguientes:

- En el roscado manual de agujeros ciegos es conveniente sacar el macho de vez en cuando para eliminar la viruta que se deposita en el fondo del citado agujero.
- Durante todo el proceso se lubricará con aceite de corte o taladrina, para facilitar el paso de la herramienta arrancando la viruta y para obtener un buen acabado de la rosca. El lubricante debe ser el apropiado al material a roscar.

Figura 2.103. Lubricación durante el roscado a máquina.

© Ediciones Paraninfo

Tabla 2.7. Lubricante a utilizar en función del material que se pretende roscar

Material	Lubricante
Acero	Aceite de corte o taladrina
Fundición	En seco
Aluminio	Aceite soluble o petróleo
Bronce	En seco
Cobre	Aceite soluble

- Una vez terminado el proceso, se deben limpiar escrupulosamente los machos de roscar, y se engrasarán para una mejor conservación.

Existe una gran variedad de machos de roscar en función de:

- Tipo de material a roscar.
- Tipo de roscado: a mano o a máquina.
- Objeto del roscado: realizar roscas nuevas o reparar roscas dañadas.

Figura 2.104. Equipo de roscado.

En caso de producirse la rotura de un macho durante el proceso de ejecución del roscado, este puede sacarse utilizando un extractor apropiado.

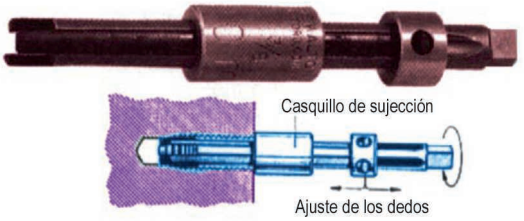


Figura 2.105. Extractor de machos de roscar partidos.

© Ediciones Paraninfo

ACTIVIDADES FINALES

Operaciones básicas de mecanizado a mano

CUESTIONES

2.1. Enumera las fases en las que se suele desarrollar la operación de trazado.

2.2. ¿Qué tipo de «paso» deben tener las hojas de sierra para cortar materiales duros como el acero? ¿Y para materiales más blandos? Razona la respuesta en ambos casos.

2.3. ¿Qué finalidad tiene el triscado de una hoja de sierra?

2.4. ¿Qué es el picado de una lima? Explica brevemente que utilidad aporta el conocimiento del tipo de picado de una lima a la hora de ejecutar una operación de limado.

2.5. Indica las operaciones de limado más habituales que se realizan con cada uno de los siguientes tipos de limas:

a) Planas.

b) Triangulares.

c) Cuadradas.

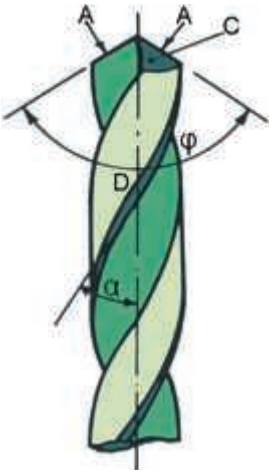
d) Media caña.

e) Redondas.

f) De cuchillo.

2.6. Describe las normas de seguridad e higiene en el taladrado.

2.7. Identifica las partes de la estructura y de algunos de los ángulos más significativos de la broca de la siguiente figura:



2.8. Calcula el número de r. p. m. a las que debe girar una taladradora para perforar un acero con una velocidad de corte de 25 m/min utilizando una broca de 8 mm de diámetro.

2.9. ¿La operación de escariado se realiza antes o después del taladrado? Razona la respuesta.

2.10. ¿Es conveniente escariar un agujero que posteriormente se ha de roscar? Razona la respuesta.

2.11. Realiza los siguientes cálculos:

- Calcula el diámetro de la broca con la que se ha de taladrar para realizar posteriormente una rosca de 8 × 1,25.
- Calcula el diámetro de la varilla que se ha de utilizar para realizar una rosca métrica de 10 × 1,50.

© Ediciones Paraninfo

2.12. Describe los tipos de limas en función de su forma, tamaño y picado.

2.13. ¿Qué son los instrumentos auxiliares para el trazado?

2.14. Define los procedimientos que existen para realizar el trazado.

2.15. Realiza un resumen del proceso de las operaciones de trazado.

2.16. Enumera los útiles de roscado a mano.

© Ediciones Paraninfo

ACTIVIDADES PROPUESTAS

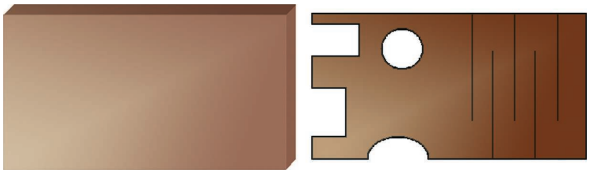
2.1. Confecciona una relación de todas las herramientas de corte que existen en el aula taller, señalando las diferencias más significativas que aprecies entre ellas: a nivel constructivo, de funcionamiento, tipo de corte, facilidad de uso, etcétera.

2.2. Determina el paso de una hoja de sierra que utilices normalmente.

2.3. Analiza y compara las características de las diferentes máquinas taladradoras existentes en el aula taller.

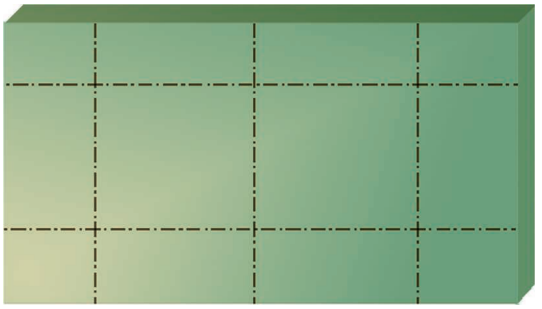
2.4. Realiza diferentes mediciones del paso de varios tornillos; intentando determinar previamente su valor, a través de la correspondencia que suele existir con el diámetro de los mismos.

2.5. Utilizando una pieza de pletina de las dimensiones adecuadas, trázala adecuadamente para realizar posteriormente las operaciones de mecanizado propuestas en la figura siguiente:



2.6. Busca en internet los distintos materiales que se utilizan para fabricar brocas.

2.7. Utilizando una pieza de pletina de las dimensiones adecuadas, realiza un taladro en cada intersección de los ejes. Calcula adecuadamente el diámetro de las brocas utilizadas y después del taladrado realiza varias prácticas de escariado y de roscado de los agujeros obtenidos.



2.8. Utilizando una varilla calibrada, corta trozos de unos 100 mm de longitud. Mecaniza un cuadrado de arrastre en uno de los extremos y rosca por el otro lado a la longitud que desees. Repite la operación con diferentes diámetros de varillas.

2.9. Busca en internet los distintos materiales que se utilizan para fabricar hojas de sierra.

© Ediciones Paraninfo

Instalaciones y equipamiento de un taller de carrocería. Prevención de riesgos

3

CONTENIDOS

3.1. Instalaciones y dependencias
3.2. Infraestructura necesaria
3.3. Características del equipamiento
3.4. Mantenimiento de las herramientas
3.5. Prevención de riesgos laborales. Riesgos inherentes a las actividades de un taller de carrocería
3.6. El automóvil y el medio ambiente

OBJETIVOS

- Saber cuáles son las infraestructuras, medios y materiales propios del taller de reparación de carrocería.
- Determinar las características constructivas y de seguridad que debe reunir un local destinado a este tipo de actividades.
- Organizar racionalmente los procesos de reparación para conseguir una alta productividad y funcionalidad operativa.
- Conocer el uso correcto de los útiles, maquinaria e instalaciones que existen en el taller.
- Sensibilizar y conocer la importancia que tiene el seguimiento de las normas de prevención de riesgos laborales, seguridad y salud laboral, personales y de infraestructura, en cada una de las operaciones que se deben realizar en el puesto de trabajo.

Introducción

Para intentar garantizar la consecución de los mejores resultados posibles en el desarrollo de su actividad, los talleres, además de disponer de personal con una cualificación adecuada, han de contar con unos medios materiales acordes con los trabajos a realizar.

La naturaleza de estos medios dependerá del tipo de taller (taller oficial de marca, taller independiente, taller asociado, franquicia, etc.), del tipo de vehículos (turismo o industrial), y del volumen de trabajo previsto.

En el caso de los talleres oficiales (marquistas), es el fabricante propietario de la marca quien establece cuáles son los medios y la imagen que deben ofrecer. Esto supondrá el contar con un equipamiento muy específico, que abarcará desde el tipo de bancada, sistema de medida, útiles específicos para los vehículos de la marca, etcétera.

Figura 3.1. Logotipos de fabricantes de vehículos.

En el caso de los talleres independientes, al no representar a ninguna marca, ofrecen su propia imagen. En la actualidad, cobran cada vez más auge las redes de talleres asociados, que ofrecen a sus talleres agrupados el poder beneficiarse de ventajas como: disponer de un extenso banco de datos de vehículos, consultas *online*, actividades de formación, descuentos en los repuestos, etcétera.

Figura 3.2. Logotipos de algunas redes de talleres.

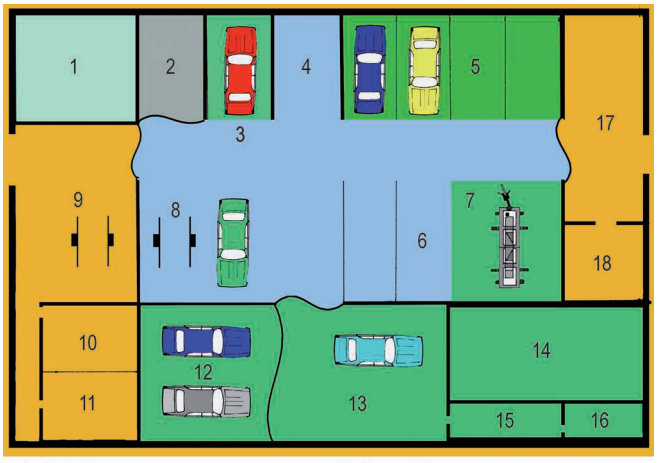
Estos talleres tendrán que contar, como mínimo, con los medios que vienen recogidos en la normativa estatal vigente en esta materia, así como las distintas normas que cada comunidad autónoma haya elaborado.

En general, los medios con los que debe contar un taller de carrocería «típico» pueden agruparse en función de los siguientes conceptos:

- Instalaciones.
- Maquinaria y grandes equipos.
- Herramienta general.
- Utillaje.
- Herramienta manual.

3.1. Instalaciones y dependencias

Las instalaciones propias de un taller de carrocería variarán sustancialmente según el tipo de taller. Como norma, su diseño ha de partir de un estudio racional donde prime la funcionalidad, se eviten en lo posible los desplazamientos innecesarios de los vehículos durante las diferentes fases de la reparación, se disponga de los espacios mínimos necesarios para trabajar sin interferencias, y se cumpla con la normativa medioambiental.



1. Sala de espera.
2. Área de reparación de aluminio.
3. Área de carrocería rápida.
4. Lavadero.
5. Área de reparación de carrocería.
6. Zona de espera.
7. Área de bancada.
8. Área de mecánica.
9. Zona de recepción. Entrada.
10. Recambios.
11. Administración.
12. Zona de preparación.
13. Zona de enmascarado.
14. Zona de aplicación.
15. Zona de mezcla.
16. Zona de limpieza.
17. Almacén de piezas.
18. Almacén de residuos.

Figura 3.3. Ejemplo de una distribución de las diferentes secciones de un taller.

© Ediciones Paraninfo

En general, un taller puede disponer de las siguientes áreas y dependencias:

- Exposición VN (vehículo nuevo), VO (vehículo de ocasión). Normalmente en talleres marquistas.
- Oficinas, despachos, sala de espera de clientes.
- Zona de recepción y entrega de vehículos.
- Zona de lavado y acondicionamiento.
- Área de recambios.
- Área de almacén de piezas.
- Área de carrocería.
- Área de carrocería rápida.
- Área de pintura.
- Área de mecánica (desmontajes y montajes).

3.1.1. Exposición

Son instalaciones propias de los talleres oficiales donde se muestran los vehículos en venta, tanto los nuevos (VN) como los de ocasión (VO). En esta zona suelen ubicarse los diferentes puntos de venta.

Figura 3.4. Zona de exposición de vehículos nuevos.

Figura 3.5. Zona de exposición de vehículos de ocasión (usados).

3.1.2. Oficinas y despachos

Son zonas dedicadas a realizar actividades propias de la gestión administrativa.

3.1.3. Sala de espera de clientes

Lugar donde el cliente espera la entrega de su vehículo.

3.1.4. Zona de recepción de vehículos

En este lugar se reciben los vehículos y se realiza un primer diagnóstico, así como un avance del presupuesto de la reparación. Esta zona suele disponer de un elevador con el fin de poder realizar un diagnóstico lo más completo posible.

Figura 3.6. Zona de recepción de vehículos.

3.1.5. Zona de entrega de vehículos

Zona donde se hace entrega al cliente de su vehículo, en ocasiones esta zona es compartida con la recepción.

3.1.6. Zona de lavado y acondicionamiento

Este espacio está especialmente preparado para el lavado exterior del vehículo y el acondicionamiento y limpieza interior. Los vehículos nuevos disponen de una fina capa de cera de protección aplicada en fábrica para evitar que se deteriore durante el estocaje, esta capa se debe eliminar antes de entregar el vehículo al cliente. Al mismo tiempo, cada vez son más los talleres de reparación que entregan perfectamente limpio el vehículo a sus clientes después de haber realizado algún tipo de intervención, contribuyendo a la buena imagen del taller y proporcionando un servicio adicional al cliente.

© Ediciones Paraninfo

3.1.7. Área de recambios

Cuando se trata de un taller oficial, en el área de recambios se encuentran almacenados (en *stock*) una gran cantidad productos y piezas nuevas para sustitución. En el caso de talleres independientes, es donde se ubican los productos de reparación y consumibles más habituales.

Figura 3.7. Zona de recambios.

3.1.8. Área de almacén

Cuando se desmontan los elementos de un vehículo, nunca se deben guardar en el interior del propio vehículo o en el maletero, ya que se podría manchar o estropear la tapicería. Por otro lado, si se colocan cerca del vehículo, pueden entorpecer la propia reparación o estropearse.

Resulta pues muy útil habilitar un espacio donde se puedan guardar de forma ordenada los elementos desmontados de los distintos vehículos en reparación, y que a la vez sirva de almacén para el equipamiento que se utiliza con cierta frecuencia.

3.1.9. Área de carrocería

Zona donde se realizan las reparaciones que afectan a los elementos estructurales y no estructurales de la carrocería, y el desmontaje y montaje de los elementos exteriores. Dentro de esta zona es necesario diferenciar tres espacios distintos:

- **Área de carrocería rápida.** Espacio destinado a realizar pequeñas intervenciones con una elevada frecuencia operativa.
- **Área de conformado.** Espacio destinado a la restitución del aspecto y funcionalidad de paneles, lunas y paragolpes.
- **Área de bancada.** Espacio dedicado a la comprobación y reparación de elementos estructurales de la carrocería. Esta zona requiere un área de seguridad a su alrededor, pues se han de realizar tracciones de varias toneladas de fuerza para poder llevar los elementos a su posición original, y en caso de soltarse un amarre, puede provocar un accidente o desperfectos en los vehículos que estén a su alrededor.

3.1.10. Área de reparación de carrocerías de aluminio

Es necesario disponer de un espacio propio e independiente para la reparación de carrocerías o elementos de aluminio. Las carrocerías de aluminio, cuando se les ha eliminado su protección anticorrosiva, están expuestas a posibles contaminaciones, por ejemplo, procedentes del desbastado de una carrocería que se esté reparando justamente a su lado. Este hecho puede ocasionar el deterioro en poco tiempo del elemento contaminado.

Este espacio podrá ser fijo (es decir, preparar una zona exclusivamente para este tipo de reparaciones) o realizarse a través de separaciones móviles (cortinas ignífugas), dependiendo del volumen de trabajo que se tenga en este tipo de carrocerías.

La contaminación del aluminio también se puede provocar a través de las herramientas y lo útiles de trabajo, por lo que debe emplearse un equipo específico para trabajar con este material, debidamente marcado y ordenado para que no se mezcle con el empleado para la reparación de elementos de acero.

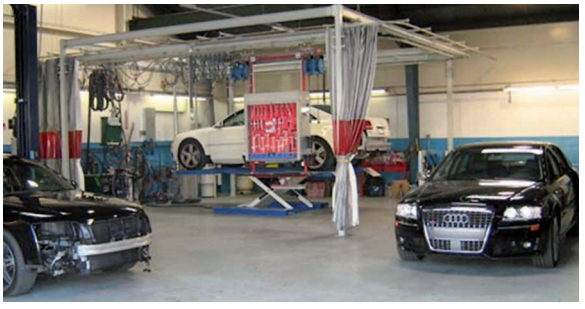


Figura 3.8. Área de reparación de piezas de aluminio.

3.1.11. Área de mecánica (desmontajes y montajes)

En muchas ocasiones, para realizar la reparación de la carrocería, es necesario desmontar parte de los elementos mecánicos y eléctricos, incluso un desmontaje total de la mecánica. Para estas intervenciones, el taller debe disponer de un área claramente definida. Además, si los desperfectos producidos en la carrocería no son muy fuertes,

© Ediciones Paraninfo

en esta misma zona se puede realizar el conformado de los elementos deformados. Por el contrario, si son de gran magnitud, se pasará el vehículo a la zona de bancada.

3.1.12. Área de preparación y aplicación de pintura

En esta zona se realizarán las operaciones necesarias para preparar y embellecer la superficie de la carrocería. Debe ser un área totalmente separada del resto del taller y a su vez es aconsejable que esté dividida en cuatro zonas:

- **Zona de preparación.** Consiste en un espacio dedicado a las operaciones de protección y preparación de las superficies que posteriormente se van a pintar. Es una zona donde se va a generar una gran cantidad de polvo y, por tanto, debe estar equipada con dispositivos de extracción: tanto para las máquinas a utilizar (aspiradores), como para determinadas zonas de trabajo (planos aspirantes).

Figura 3.9. Plano aspirante del área de preparación.

- **Laboratorio de mezclas (pintura).** Los colores que se utilizan para repintar los vehículos no suelen venir preparados para su aplicación, ya que deben prepararse partiendo de unos productos o colores básicos. En esta zona se almacenan las pinturas, los productos auxiliares y se preparan los colores necesarios para su aplicación. Es una zona con un alto grado de peligrosidad debido a los vapores que en ella se generan, ya que son altamente inflamables y tóxicos. La zona debe estar equipada (para evitar posibles accidentes) con un correcto sistema de aspiración de gases con sus respectivos filtros para no trasladar ese riesgo al resto del taller o a la atmósfera. Además, la instalación eléctrica debe ser antideflagrante y disponer de un interruptor de seguridad, para que en caso necesario, se desconecte toda la corriente eléctrica con una sola pulsación.

Figura 3.10. Laboratorio de mezclas.

- **Zona de aplicación de pinturas de acabado.** Esta zona corresponde a la cabina de pintura, que es donde se embellece la superficie de la carrocería. En ella se aplica la pintura y se procede al secado final mediante los medios que disponga el taller: horno, infrarrojos, puente secador, etc. Debe estar perfectamente limpia y disponer de los sistemas adecuados para filtrar los vapores que de ella se desprenden.

Figura 3.11. Cabina de pintura.

- **Zona de limpieza y reciclado de disolvente.** Una vez finalizada la aplicación de los productos de acondicionamiento de superficies, se ha de proceder a una limpieza exhaustiva de los útiles que se han utilizado (pistola de aplicación, recipientes, espátulas, etc.). Para realizar esta operación es necesario utilizar una cantidad de disolvente considerable, que produce vapores inflamables y tóxicos, con un índice de peligrosidad mayor que la zona descrita anteriormente, por lo que debe estar perfectamente acondicionada para evitar posibles accidentes.

© Ediciones Paraninfo

En esta zona también se suele instalar un reciclador de disolventes, para recuperar parte del disolvente utilizado en la limpieza, disminuyendo así la necesidad de adquirir mayor cantidad de disolvente, a la vez que se colabora con la protección del medio ambiente.

Figura 3.12. **Reciclador de disolventes.**

3.2. Infraestructura necesaria

La reparación de carrocerías, como toda actividad industrial, necesita disponer de unos locales que cuenten con una serie de condiciones que permitan el normal desarrollo de la actividad en las mejores condiciones posibles para conseguir unos óptimos niveles de calidad y rentabilidad en el trabajo efectuado. Asimismo, todas las instalaciones deben cumplir la normativa vigente en materia de seguridad y salud laboral relativa a los riesgos inherentes del desarrollo de estas actividades.

Las características que deben reunir los locales agrupan a una serie de factores como:

- Condiciones constructivas del local.
- Iluminación.
- Instalación eléctrica.
- Instalación contra incendios.
- Red neumática.
- Sistemas de ventilación, aspiración de polvo, gases y productos volátiles en general.

3.2.1. Condiciones constructivas del local

La estructura del local debe responder a un proyecto constructivo debidamente autorizado, en el que tanto la estructura como los paramentos presenten una adecuada estabilidad frente al fuego, una buena estanqueidad, un buen aislamiento térmico y sonoro, y una resistencia suficiente para soportar las cargas del equipamiento y maquinaria variada como: grúas, polipastos, brazos de aspiración, chimeneas, etc. La estructura debe tener un diseño que permita aprovechar al máximo la luz natural.

Además, los suelos serán de materiales antideslizantes y resistentes a los disolventes.

Las tuberías, en función del fluido que circule por ellas, deben estar pintadas de acuerdo al color normalizado:

Aire comp. Azul	Agua Verde	Oxígeno Blanco	Acetileno Marrón

3.2.2. Iluminación

La iluminación de los locales deberá ser suficiente para permitir el desarrollo de las actividades en las mejores condiciones posibles. Al diseño estructural del local que permita el aprovechamiento de la luz natural, se añade una iluminación artificial (fluorescentes o lámparas de vapor de mercurio o sodio) con la que conseguir los siguientes niveles de luminosidad:

- **Área de reparación.** Debe contar, al menos, con una luminosidad de 200 a 250 lux/m^2.
- **Zona de preparación.** Deberá tener como mínimo 650 lux/m^2.
- **Zona de pintura.** Esta es una zona de una mayor exigencia luminosa en cuanto a calidad y cantidad de luz. Normalmente son necesarios unos 1000 lux/m^2. La zona de aplicación debe contar con fluorescentes del tipo *light day* (luz día) que permiten apreciar mejor las tonalidades a la hora de realizar contrastes de color.

Una luz deficiente, además de causar una fatiga excesiva y repercutir negativamente en la calidad del trabajo realizado, aumenta notablemente los riesgos de accidente.

Por motivos de seguridad, el local contará con una iluminación de emergencia suficiente para proporcionar unos 3 lux/m^2 durante una hora.

© Ediciones Paraninfo

3.2.3. Instalación eléctrica

La instalación eléctrica deberá realizarse de conformidad con lo dispuesto en el reglamento de baja tensión para este tipo de instalaciones. Asimismo, los almacenes de productos químicos y demás dependencias que contengan productos volátiles, estarán dotados de instalaciones eléctricas antideflagrantes (canalizaciones, enchufes, iluminación, sistemas de extracción de gases, interruptores, etc.). Resulta conveniente instalar los interruptores y las cajas de registro fuera de estas dependencias para reducir los riesgos de inflamación por chispa.

Figura 3.13. Enchufe antideflagrante.

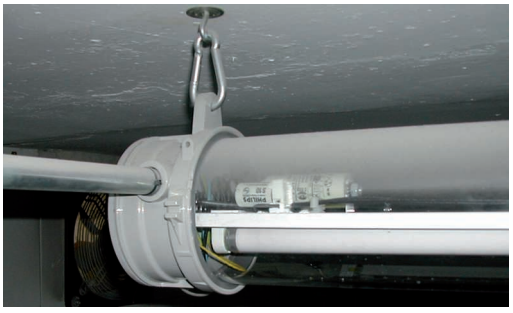


Figura 3.14. Sistema de iluminación con protección antideflagrante.

3.2.4. Instalación contra incendios

Debido a que en la actividad diaria de los talleres de reparación de carrocerías se necesita utilizar gran cantidad de productos fácilmente inflamables, y a que durante la ejecución de gran parte de las operaciones se generan frecuentes fuentes de ignición, el riesgo de incendio es claramente evidente.

Para evitar en lo posible estas contingencias es necesario conocer las tareas más expuestas a estos factores (como la soldadura), su correcta ejecución y el material de protección a emplear (como las mantas ignífugas).

Por otro lado, el local debe contar con una adecuada instalación contra incendios, que básicamente estará formada por bocas de incendio (BIE) y extintores, cuya ubicación se encuentre perfectamente señalizada.

Figura 3.15. Material contra incendios.

En cuanto al empleo de los extintores hay que recordar que no todos ellos tienen la misma aplicación, por lo que resulta importante que los trabajadores tengan la formación adecuada para emplear el extintor apropiado. Para facilitar el rápido conocimiento de cada uno resulta conveniente colocar un cartel informativo al respecto.

El material de seguridad se completa con un botiquín perfectamente dotado, un conjunto ducha/lavaojos de emergencia, pictogramas informativos, etcétera.

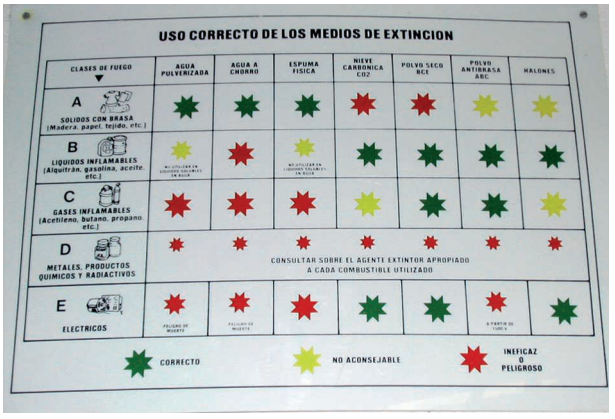


Figura 3.16. Cartel identificativo para el correcto uso de los extintores.

3.2.5. Red neumática

Es la encargada de generar el aire comprimido necesario para las diferentes herramientas neumáticas del taller. Esta instalación debe permitir regular las presiones de utilización, suministrar el fluido en condiciones adecuadas para las diferentes necesidades y llevar el suministro a los diferentes puntos del taller donde se va a necesitar.

© Ediciones Paraninfo

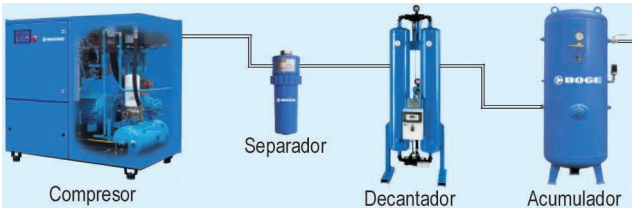


Figura 3.17. **Elementos metálicos y sintéticos.**

Se compone de los siguientes elementos:

- Un compresor que suministre un caudal de aire a presión, suficiente para abastecer toda la instalación.
- Un decantador de agua que elimine la mayor parte de la humedad.
- Un depósito o acumulador que estabilice y asegure en todo momento el suministro y la presión.
- Una red de distribución que lleve el aire a presión a toda la instalación del taller.
- Canalizaciones de bajada repartidas por las zonas de trabajo que conduzcan el aire hasta las tomas de servicio donde el trabajador pueda acceder fácilmente.
- Sistemas de acondicionamiento del aire suministrado.
- Conectores de enchufe rápido.

Compresores

La instalación de aire comprimido debe disponer de un compresor cuyo grado de utilización sea aproximadamente de un 75 %, por lo que en función del tamaño, el tipo y la utilización de la instalación, existe un compresor para cada caso.

Como la utilización del aire comprimido se distribuye por toda la instalación del taller, la distancia al compresor desde las diferentes tomas es variable, esto origina caídas de presión, más grandes cuanto más alejadas se encuentren. Si a estas caídas de presión se le suman las que se producen por causa de los codos, curvas y otras zonas de estrangulación, se necesita que la presión suministrada por el compresor sea superior a la de utilización en cualquiera de las tomas. Esto hace que la presión máxima de trabajo de los compresores se encuentre generalmente, entre los 8 o 10 bares, aunque la mayor parte de las herramientas y equipos neumáticos trabajan con presiones entre los 4 y los 6 bares.

Para la protección y control de los compresores, generalmente van provistos de un manómetro que indica la presión de trabajo, y de un termómetro que junto a un presostato, tienen la misión de regular sus fases de funcionamiento/parada.

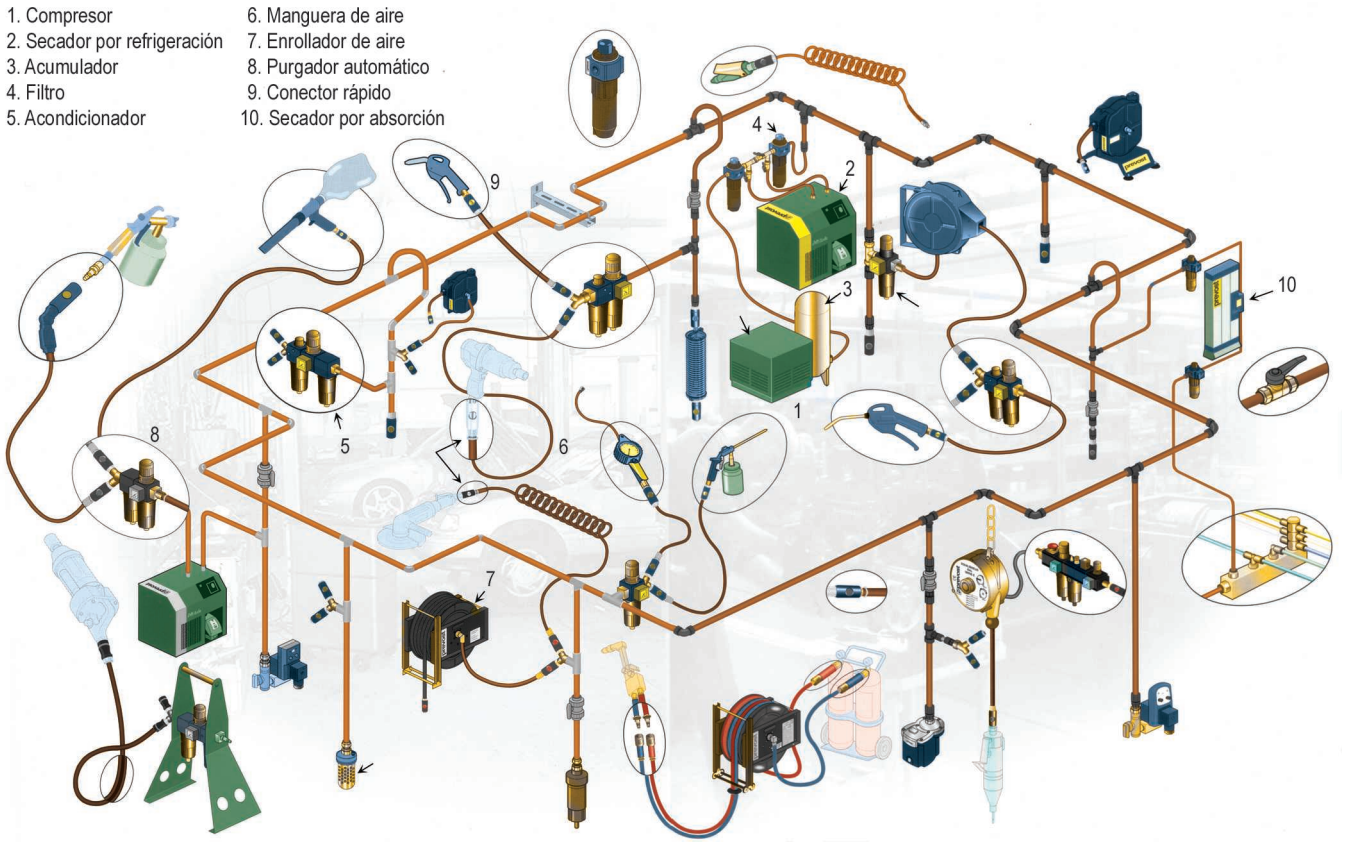
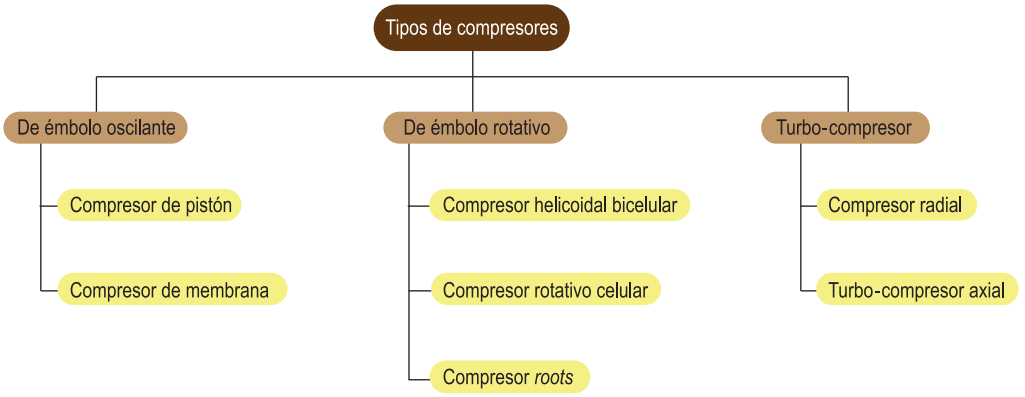


Figura 3.18. **Esquema general de un sistema de tratamiento y distribución de aire comprimido.**

© Ediciones Paraninfo

Existen los siguientes tipos de compresores:



De todos ellos, en el sector de la automoción, tradicionalmente los que más se utilizan son:

- El compresor de pistón. Su uso está indicado en aquellas instalaciones en las que no exista un excesivo consumo de aire. Este tipo de compresor, en pequeñas y medianas solicitaciones de potencia, y en condiciones de trabajo no muy severas, da un resultado aceptable. Para potencias más elevadas y en condiciones fuertes de trabajo comienzan a dar problemas de calentamiento, lo cual origina diferentes dilataciones, principalmente entre los cilindros y los pistones, con el consiguiente peligro de agarrotamiento de los mismos.

Figura 3.19. Compresor de pistón.

- Compresor helicoidal celular o más comúnmente denominado como compresor de tornillo helicoidal de dos ejes. Está indicado para prestar servicio en aquellas instalaciones cuyo consumo de aire es elevado, tal y como es el caso de los talleres de carrocería. Resulta muy eficaz y silencioso.

Figura 3.20. Compresor de tornillo helicoidal.

Decantadores o secadores

Son elementos encargados de eliminar la mayor parte de la humedad del aire comprimido al tiempo que mejoran el rendimiento volumétrico de la instalación al enfriar el fluido.

El aire que absorbe el compresor lleva disuelta una importante cantidad de humedad, que en parte se condensa dentro de la instalación produciendo agua. Esta agua que se produce es muy perjudicial para las herramientas y para el buen acabado de algunas operaciones, por ello resulta necesario reducirla todo lo posible. Para realizar esta función se emplean los decantadores, que son capaces de retenerla y separarla de la instalación.

Los decantadores pueden ser de diferentes tipos, entre los que se encuentran:

- **Decantadores por enfriamiento.** El aire que llega del compresor caliente pasa por un serpentín o por

© Ediciones Paraninfo

un radiador que lo enfría y produce la condensación de la humedad que lleva disuelta. Así se van formando gotas de agua que se conducen hacia un separador, impidiendo que pasen al resto de la instalación y desde el cual son expulsadas hacia el exterior.

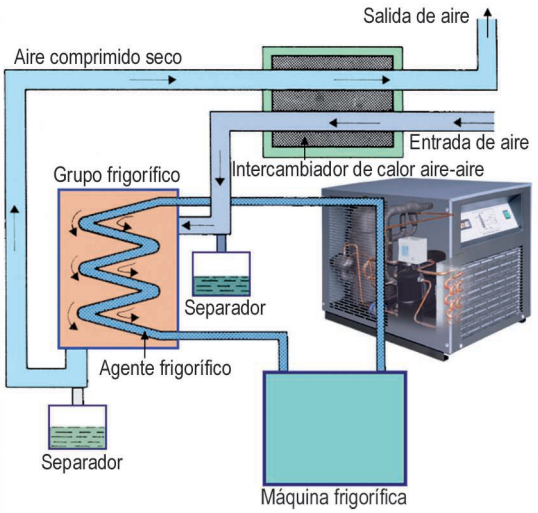


Figura 3.21. **Esquema interno de un decantador por enfriamiento.**

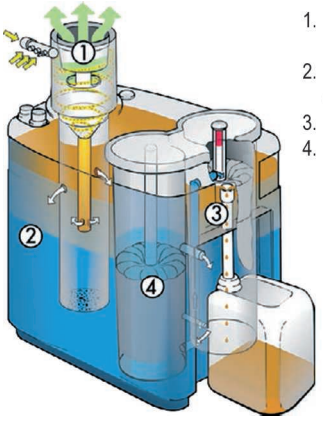
- **Decantado por adsorción.** El aire a presión pasa a través de una cámara que contiene un gel que facilita la condensación en su superficie, sobre la cual queda adherida la humedad.
- **Decantado por absorción.** El aire a presión atraviesa un prefiltro que elimina las gotas grandes de agua, seguidamente atraviesa una zona donde hay un sólido que lleva disuelto un gas que reacciona con la humedad del aire, disolviéndola. Ambos se decantan hacia el fondo, donde el líquido decantado se expulsa automáticamente. En este proceso se alcanzan puntos de rocío a presión de hasta $-40\,^{o}C$. La regeneración se efectúa en un segundo depósito.
- **Secador de membrana.** La base de este sistema consiste en una cámara que contiene muchísimas membranas de gran superficie compuesta por finísimas fibras huecas de polímeros que poseen unas propiedades que le permiten separar el nitrógeno del oxígeno y vapor de agua. Es un secador de fácil instalación, que se puede situar intercalado en la tubería o en el propio compresor.

Figura 3.23. **Secador de membrana.**

Figura 3.22. **Secador por adsorción.**

Tratamiento y eliminación del condensado

En la mayoría de los países industrializados, está prohibido el vertido directo del condensado de compresores lubricados con aceite por el perjuicio que ello supone para el medio ambiente. Existen leyes sobre separación de condensado en agua y aceite, que solo permiten la descarga de agua. En los compresores de funcionamiento exento de aceite, el aire comprimido en la cámara de compresión no entra en contacto con aceite. De esta forma, no se agrega aceite al condensado del aire comprimido. Normalmente, este condensado es posible verterlo sin necesidad de tratamiento previo.



1. Recipiente colector, retiene impurezas sólidas.
2. Separación por efecto de la gravedad aceite/agua.
3. Filtro.
4. Filtro de adsorción.

Figura 3.24. **Radiografía de un separador de condensado.**

© Ediciones Paraninfo

Cuando los compresores se lubrican por aceite, el condensado puede ser tratado antes de su evacuación de dos formas distintas:

- Recogida del condensado y eliminación a través de empresas especializadas.
- Tratamiento en las propias instalaciones.

Figura 3.25. Separadores de condensado.

Acumuladores

Son depósitos que almacenan el aire que genera el compresor. Tienen las siguientes misiones:

- Mantener estable la presión de utilización independientemente del consumo.
- Proteger al compresor, de forma que trabaje solamente cuando la demanda de caudal lo requiera.
- Por su gran tamaño, refrigerar el aire del compresor, con lo que aumentan considerablemente su rendimiento volumétrico, ya que si el aire está frío, con la misma presión, se almacena mayor cantidad.

La característica fundamental de un acumulador es su tamaño, que estará en función de:

- La cantidad de aire que requiera el sistema.
- El tipo de canalizaciones de la instalación.
- Las variaciones de consumo que se produzcan.
- El tipo de compresor y su regulación.

Cuando el acumulador no es de mucha capacidad, se suministra incorporado al compresor, de lo contrario serán dos elementos diferentes.

Los acumuladores suelen condensar gotas de agua en su interior, por lo que es conveniente instalar un purgador automático que se activa mediante un reloj programador.

Figura 3.26. Acumulador de aire.

Red de distribución

Para evitar exceso de ruido en la zona de trabajo, el compresor y el acumulador se sitúan en una zona aislada del taller. Desde el acumulador se distribuye a todo el taller el aire a presión a través de una tubería o canalización principal (de sección adecuada a la producción y consumo de aire estimado) que rodea todo el taller en forma de anillo para limitar la longitud máxima de distribución, y con ello, la diferencia de caídas de presión.

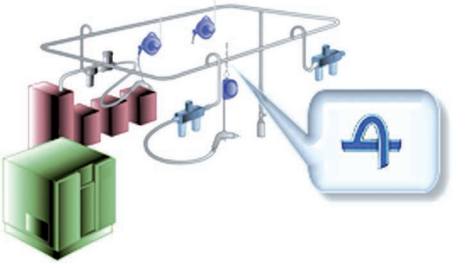


Figura 3.27. Red de distribución cerrada en forma de anillo.

Este anillo se coloca a una altura suficiente desde el suelo para que no resulte dañado por las actividades propias del taller. Las tuberías han de disponerse de manera que discurran con una inclinación de 1 a 2 % respecto a la horizontal, para que la eventual condensación de agua que se pueda producir en las canalizaciones circule por su propio peso hacia la parte más baja, donde se instala una salida con un grifo (o un purgador automático) para su eliminación del sistema.

El material de las canalizaciones puede ser de cobre, latón, acero fino, tubo de acero negro, tubo de acero galvanizado o plástico. Habitualmente, las tuberías que se instalan de forma permanente se montan con uniones soldadas, ya que son las que garantizan una mejor estanqueidad. El inconveniente que presentan estas uniones

© Ediciones Paraninfo

consiste en que al soldar se producen cascarillas que deben retirarse de las tuberías; asimismo, de la costura de soldadura pueden desprenderse fragmentos oxidados, por lo que se debe incorporar una unidad de mantenimiento en la salida.

En las tuberías de acero galvanizado, los empalmes de rosca no siempre son totalmente herméticos y además la resistencia a la corrosión de estas tuberías de acero no es mucho mejor que la del tubo negro. Las roscas también se oxidan, por lo que en este caso también es aconsejable utilizar unidades de mantenimiento. Las tuberías de cobre y de plástico solo se emplean en casos especiales.

En general, el material de fabricación de las tuberías debe cumplir una serie de condiciones que le permita adaptarse a este tipo de instalaciones, como son:

- La estanqueidad.
- La resistencia a la corrosión.
- Un bajo nivel de rozamiento interior.

En cuanto al diseño general, se han de tomar dos precauciones:

- Que tenga el mínimo número de codos posible o cualquier otro tipo de resistencia al paso del aire
- Que contemple la posibilidad de ampliaciones posteriores.

Desde el anillo o colector de distribución general se conectan una serie de bajadas para las tomas de servicio de aire a presión. La altura adecuada de los puntos de conexión será aquella que resulte cómoda para cualquier operario. Estas conexiones se instalan en las zonas donde se va a utilizar el aire, pudiendo ir conectadas a tomas fijas en la pared o bien a brazos articulados, que amplían la zona de suministro sin entorpecer físicamente los procesos de trabajo.

Las conexiones al anillo de distribución se realizan en la parte superior del mismo y tienen forma de cuello de cisne, para impedir que el agua condensada pase a las tomas de servicio.

Grupo acondicionador del aire

Se denomina también como unidad de mantenimiento de aire. Se compone de una serie de elementos que realizan la indispensable misión de preparar el aire a presión para el buen funcionamiento de la herramienta y para no deteriorar el correcto acabado del trabajo, estos elementos son:

- Lubrificador.
- Filtro decantador.
- Manómetro.
- Regulador de presión.
- Dosificador de aceite.

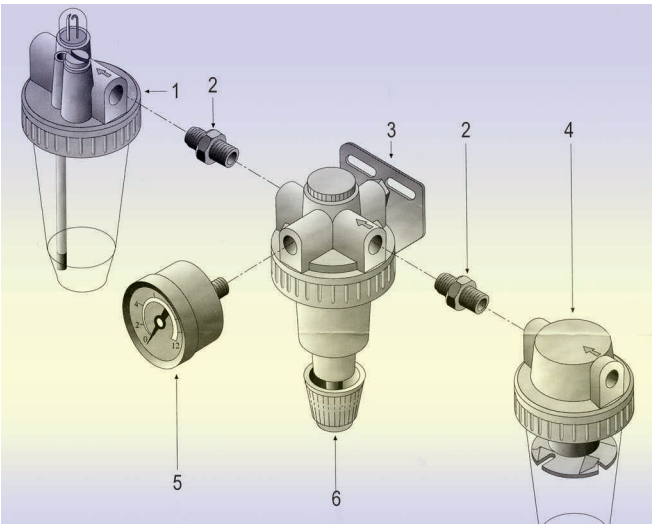


Figura 3.28. **Componentes de un grupo acondicionador de aire.**

El filtro decantador retiene las partículas que son arrastradas a través de las canalizaciones. Su característica principal es la capacidad de filtrado, que la proporciona el tamaño de sus poros. Por otra parte, el decantador elimina la humedad del aire para evitar que la herramienta se deteriore, y para evitar la proyección de gotas de agua sobre la superficie a tratar. Estos filtros suelen estar provistos de un purgador en la parte inferior por donde se evacua el agua condensada. El purgador puede ser:

- **Manual.** Para evacuar el agua, el operario ha de aflojar el purgador y dejar salir el agua.
- **Automático.** Cada vez que la instalación se queda sin presión, el agua sale por el purgador que queda abierto. Cuando la instalación se carga de nuevo de

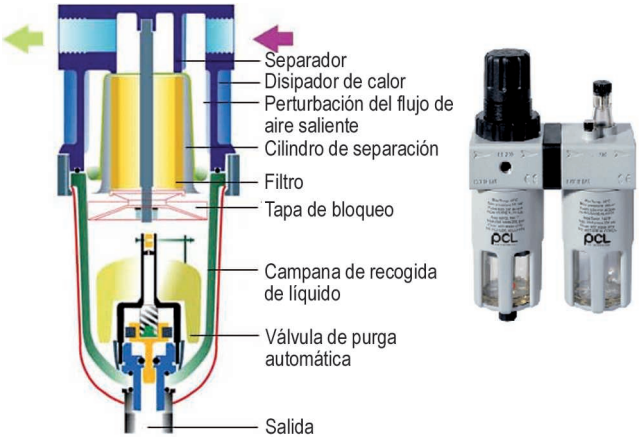


Figura 3.29. **Constitución de un filtro decantador.**

© Ediciones Paraninfo

presión, el purgador se vuelve a cerrar debido a la propia presión del aire.

El regulador de presión permite adaptar la presión de la instalación a la de trabajo. Cada regulador tiene incorporado un manómetro para controlar el valor de la presión regulada.

El sistema de dosificación de aceite se encarga de suministrar una pequeña cantidad de aceite en el aire que pasa por él, con el fin de lubricar los componentes sometidos a rozamiento, de las herramientas neumáticas. Este dosificador no lo equipan todos los acondicionadores, solo aquellos donde se van a utilizar las máquinas neumáticas. En este elemento nunca se deben conectar pistolas de aplicación de pinturas.

Figura 3.30. Filtro antipartículas.

Para dosificar el aceite pulverizado, este mecanismo dispone de un estrechamiento o venturi por el que pasa el aire a presión. Este paso calibrado (por medio de una pequeña canalización) está en contacto directo con un pequeño depósito de aceite; de esta forma, al conectar un aparato consumidor en la toma de servicio, todo el aire pasa por el estrechamiento a gran velocidad, creando una depresión en la canalización que viene del depósito. Esta depresión absorbe una pequeña cantidad de aceite del depósito (deberá rondar entre una y diez gotas por metro cúbico) que debido a la velocidad del aire se mezcla finamente con el aire comprimido que atraviesa el dosificador.

Servicio del aire comprimido

Una vez convenientemente filtrado el aire (y lubricado en su caso), la salida del mismo puede realizarse:

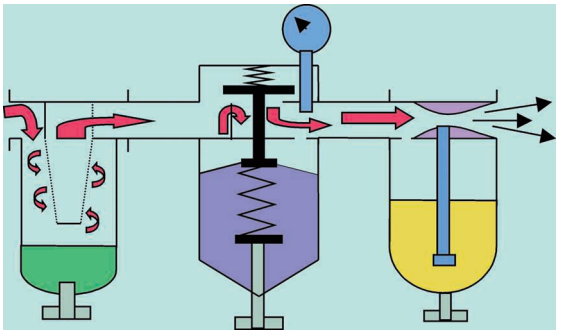


Figura 3.31. Recorrido del aire a través del grupo acondicionador.

- Mediante una manguera conectada a una toma fija sobre la misma unidad de mantenimiento.
- Mediante un enrollador de aire.
- Mediante un cabezal multifunción.

Figura 3.32. Mangueras de servicio de aire.

Figura 3.33. Enrollador de aire.

En cualquier caso, partiendo de la unidad de mantenimiento, las conexiones de los diferentes equipos y accesorios se realizan habitualmente mediante los denominados **conectores rápidos.** Son mecanismos mediante los cuales se pueden conectar o desconectar las máquinas neumáticas de forma rápida, asegurando la estanqueidad en la unión. Existen diferentes tipos de conectores (normalmente no se pueden intercambiar), y aunque lo habitual

© Ediciones Paraninfo

es tener toda la red de aire con el mismo tipo de conectores, también puede resultar interesante utilizar varios tipos para diferenciar las salidas y las máquinas que necesitan lubricación de las que no.

Figura 3.34. Conectores rápidos.

Otro tipo de conectores rápidos son los denominados conectores de seguridad, que se caracterizan porque al ser desconectados no se produce el empuje provocado por la presión residual que tiene la manguera. Estos conectores disponen de un pulsador que primero desconecta la presión y al ser pulsado de nuevo desconecta la unión.

Figura 3.35. Conector rápido de seguridad.

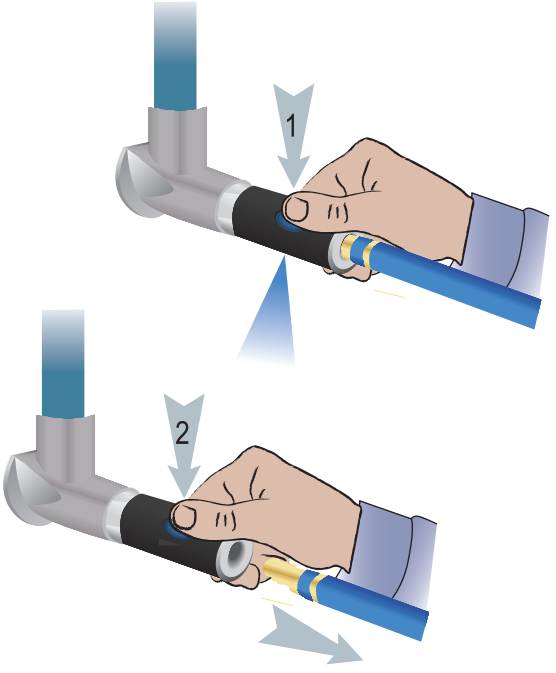


Figura 3.36. Forma de soltar un conector rápido de seguridad.

3.2.6. Sistema de aspiración de gases y ventilación

Durante las operaciones de reparación de los vehículos y debido tanto al funcionamiento de los motores de los mismos, como a los productos utilizados en las intervenciones, se producen gases y polvo que son perjudiciales para la salud. Como normas fundamentales para disminuir los efectos nocivos de estos productos se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Emplear máquinas provistas con una toma para la extracción del polvo generado.
- Dentro del taller, los vehículos deberán permanecer en marcha únicamente el tiempo imprescindible para entrar, salir o realizar las pruebas de funcionamiento.
- Utilizar productos que generen la menor toxicidad posible.

La aplicación de estas normas de carácter básico no consigue impedir que en determinados momentos se genere un ambiente poco saludable, por lo que se hace necesario la instalación de un sistema de extracción de gases y de ventilación adecuados que garanticen un ambiente higiénico. Esta ventilación en determinadas zonas (área de pintura) no se limitará a intercambiar los gases de un sitio a otro (por ejemplo, del interior del taller al exterior), ya que los gases siguen siendo perjudiciales para la salud (solo se traslada el problema), por lo que se hace necesario la instalación de un sistema de filtros que retengan estos productos. Así pues, atendiendo a la toxicidad de los gases y sustancias generadas en un taller, se deberá instalar:

- Un sistema de ventilación ambiental encargado de movilizar el aire del local para su reciclado.
- Un sistema de extracción y en su caso de filtrado, que se pueda aplicar en el punto donde se producen las sustancias tóxicas como es el caso de:
  - La salida de humos de los vehículos.
  - Los lugares donde se realizan uniones soldadas.
  - El área de lijado.
- Un sistema de retención de VOC (compuestos orgánicos volátiles) para zonas donde se realiza la aplicación de pinturas y productos protectores de la carrocería (cabinas y planos aspirantes).

© Ediciones Paraninfo

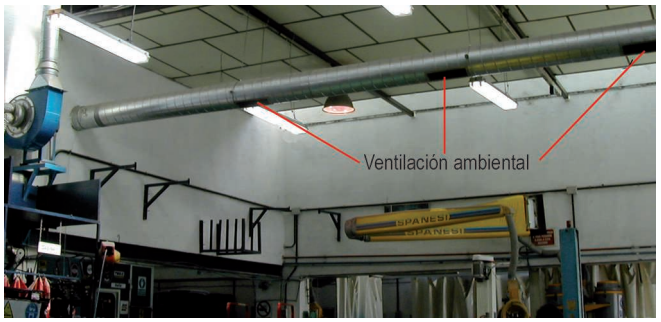


Figura 3.37. Sistema de ventilación dinámica o forzada.

Figura 3.38. Sistemas de extracción de gases de soldadura.

Figura 3.39. Sistemas de extracción de gases de escape.

3.2.7. El puesto de lijado

Existen distintos sistemas de aspiración del polvo generado durante el proceso de lijado en el puesto de preparación de la carrocería:

- Planos aspirantes.
- Brazos articulados con cabezales multifunción.
- Aspiradores centralizados y portátiles.

Planos aspirantes

En las áreas de trabajo donde se desprenden importantes cantidades de polvo y vapores nocivos (operaciones derivadas del enmasillado, los diferentes lijados y abrillantados finales), deberán estar provistas de planos aspirantes para evitar la contaminación del ambiente, que por una parte puede afectar a la salud de los trabajadores y por otra evitar defectos en el acabado de otros trabajos.

Esta zona ha de estar provista de un pavimento de rejilla que permita instalar un sistema de recogida y aspiración del polvo que se genera durante el lijado.

Los planos aspirantes son sistemas que generan y distribuyen un flujo de aire a través de sus canalizaciones para que circule alrededor del vehículo al mismo tiempo que aspiran desde la parte enrejillada. El aire aspirado se canaliza hacia una serie de filtros para su purificación antes de reutilizarlo o enviarlo al exterior.

En algunos modelos de planos aspirantes, debajo del enrejado existe una superficie cubierta de agua para recoger la mayor parte del polvo que se produce. Este sistema alarga considerablemente la vida útil de los filtros. El agua se deberá renovar cada tres o cuatro días, haciendo que pase por los filtros adecuados para recoger los restos de pintura y tratarlos adecuadamente.

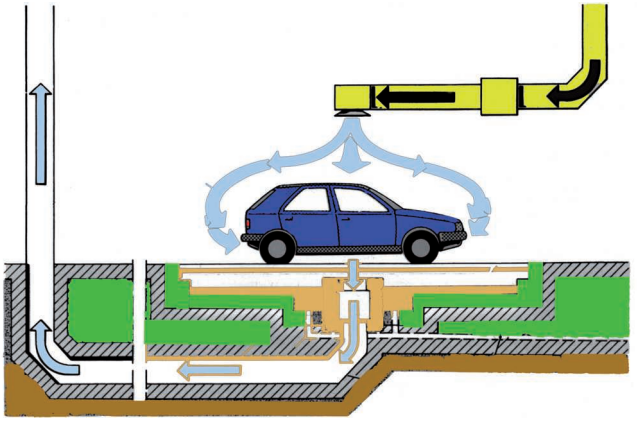


Figura 3.40. Esquema de funcionamiento de un plano aspirante.

Brazos articulados con cabezales multifunción

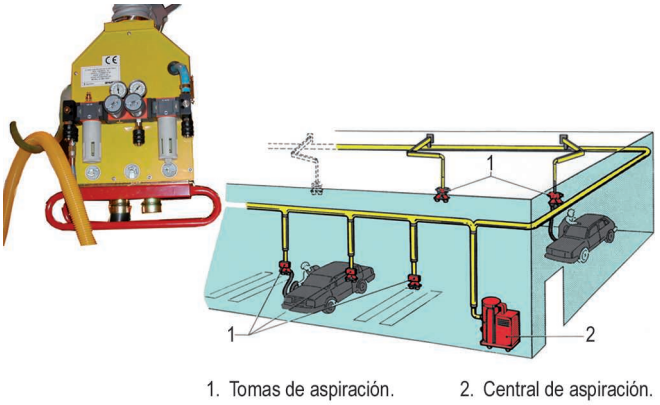
Son soportes abatibles que, sujetos a la pared por uno de sus extremos (a cierta altura), se pueden manejar desde el suelo. Suministran una centralización de los servicios para facilitar, agilizar y hacer más cómodo el trabajo.

© Ediciones Paraninfo

Proporcionan tomas de aire comprimido, aspiración y de corriente eléctrica a toda su zona de alcance sin ocupar espacio de trabajo y sin cables ni mangueras a nivel del suelo que obstaculicen las diferentes tareas inherentes a la reparación.

Figura 3.41. **Brazo articulado con centralita multifunción que dispone de diferentes tomas de servicio: eléctricas, aire comprimido y de vacío (aspiración).**

En aquellas zonas donde no hay planos aspirantes y en las que es necesario realizar operaciones de lijado, se necesita igualmente recoger el polvo que se desprende en el lijado. Para ello también se emplean redes de aspiración dotadas de aspiradores centralizados, o bien aspiradores portátiles que se acoplan a las máquinas lijadoras. Estos medios son capaces de absorber más del 80 % del polvo que se desprende durante el trabajo.



1. Tomas de aspiración. 2. Central de aspiración.

Figura 3.42. **Red de aspiración con sistema centralizado.**

Figura 3.43. **Equipo de aspiración portátil.**

3.3. Características del equipamiento

El equipamiento de un taller está compuesto por máquinas, herramientas y útiles específicos que pueden ser de uso general o de uso específico, según la organización de cada taller. Este equipamiento puede resultar de lo más diverso, pues no dispone del mismo equipamiento un taller marquista donde se repara una sola marca de vehículos (y dispone de los útiles específicos de la marca que representa), que un taller no marquista que trabaja todas las marcas de vehículos (y por tanto debe disponer de útiles más universales que se puedan adaptar a varias marcas).

Por otro lado, las herramientas pueden ser manuales o accionadas mediante energía eléctrica o aire comprimido, opciones estas que conllevan unas determinadas características y limitaciones de uso.

En general, las herramientas neumáticas presentan como ventajas el ser más ligeras y de menor tamaño que las eléctricas, por lo que resulta más cómoda su utilización. Por el contrario, su uso está limitado a tener que realizar los trabajos cerca de una toma de aire comprimido y además son más ruidosas.

3.3.1. Máquinas eléctricas

Trabajan mediante energía eléctrica, son muy versátiles y económicas. En cambio, su duración es más limita-

© Ediciones Paraninfo

da y pueden presentar riesgos de descargas eléctricas y su peso es mayor que las máquinas neumáticas similares.

Seguidamente se enumera una serie básica de ellas.

- Generador de aire caliente.
- Soldadores por aire caliente para termoplásticos.
- Desabollador de chapa.
- Lijadoras radiales.
- Lijadoras orbitales con aspiración.
- Lijadoras rotoorbitales con aspiración.
- Pulidoras.
- Amoladora angular.
- Miniamoladora.
- Taladradora.
- Roedora.
- Sierra de vaivén.
- Cortadora de cordones de fijación del parabrisas.
- Termoencoladora.
- Enrollador eléctrico.
- Pistola de silicona a batería.
- Pistola para poliuretano de lunas a batería.
- Cizalla de corte.
- Luz portátil.
- Lápiz de grabar.
- Etcétera.

Figura 3.44. **Herramientas eléctricas.**

3.3.2. Máquinas neumáticas

Accionadas por aire comprimido, son ligeras, de gran duración, sin riesgo de descargas eléctricas, aunque sensiblemente menos económicas y más ruidosas.

Algunas de las de uso más extendido son (Figura 3.45):

- Plegadora/punzonadora.
- Martillo cincel.
- Rasqueta de agujas.
- Lápiz de grabar.
- Remachadora.
- Cortadora de cordones de lunas pegadas.
- Lijadoras radiales.
- Lijadoras orbitales con aspiración.
- Lijadoras rotoorbitales con aspiración.
- Lijadora de cinta.
- Lijadora rinconera.
- Pulidoras.
- Amoladora angular.
- Pistola de impacto.
- Miniamoladora.
- Amoladora de matricería.
- Taladro recto.
- Taladro angular.
- Burladora.
- Pistola para cartuchos de extrusión.
- Despunteadora.
- Despunteadora con regulador de corte.
- Roedora.
- Sierra de vaivén.
- Fresa cortadora de chapa adaptable a taladro.
- Pistola de soplar.
- Pistola de pulverizar.
- Pistolas de pintar.
- Pistolas para aparejos.
- Pistolas para poliéster.
- Desabolladora por ventosa.
- Bateador de chapa.

3.3.3. Herramienta manual

La herramienta manual se puede clasificar dentro de los útiles de manejo directo o manual tales como:

- Útiles de batir y sufrideras.
- Útiles de sujeción y fijado de piezas.
- Herramientas de uso general.
- Herramientas complementarias.

© Ediciones Paraninfo

Figura 3.45. **Herramientas neumáticas.**

Útiles de batir y sufrideras

Son las herramientas diseñadas para realizar el conformado de la chapa. Entre las más habituales se encuentran: martillos, tases y palancas.

Figura 3.46. **Diferentes tipos de martillos, tases y palancas.**

Útiles de sujeción y fijado de piezas

Fundamentalmente se trata de mordazas de presión dotadas de distintos tipos de bocas (Figura 3.47).

Útiles complementarios

Se trata de herramientas y/o útiles que complementan a las mencionadas anteriormente (Figura 3.48).

Figura 3.47. **Diferentes tipos de mordazas.**

Herramienta de uso general

Este grupo está formado por el equipo básico de herramientas que se utiliza para el desmontaje, montaje y ajuste de piezas o conjuntos mecánicos, necesario para poder acceder y realizar las operaciones de reparación (Figura 3.49).

© Ediciones Paraninfo

Figura 3.48. Útiles para los procesos de reparación de carrocerías.

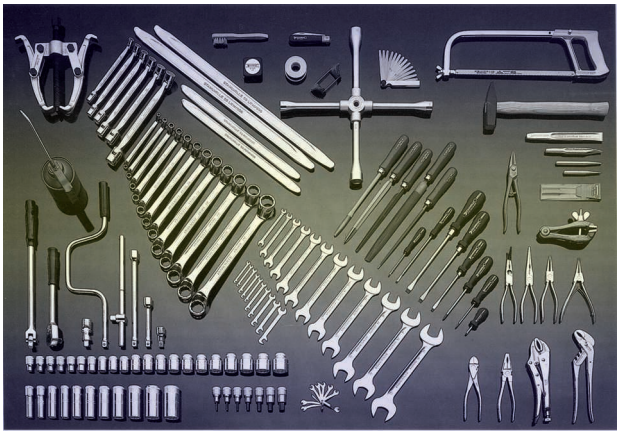


Figura 3.49. Equipo básico de herramientas de uso general.

3.3.4. Elementos auxiliares

Este grupo está formado por un conjunto de elementos empleados en la reparación, pero que no intervienen directamente en ella. Entre los más empleados se encuentran los siguientes:

- Soportes y caballetes.
- Carros auxiliares.
- Equipos informáticos.
- Básculas de precisión

Soportes o caballetes

Se utilizan para sujetar las piezas a una altura e inclinación que permite realizar más cómodamente los

© Ediciones Paraninfo

trabajos de reparación en capós, puertas, paragolpes y cualquier otra parte de la carrocería cuando se encuentra desmontada.

Se pueden encontrar con diferentes formas y tamaños, y su característica principal es la adaptabilidad a cada uso (regulación en altura e inclinación).

Figura 3.50. **Soportes portapiezas con regulación de altura e inclinación.**

Carros auxiliares

Son contenedores de fácil desplazamiento que sirven para almacenar ordenadamente las piezas que se desmontan de la carrocería mientras se efectúa la reparación; generalmente van provistos de ruedas, para permitir guardar en el almacén las piezas desmontadas mientras no se necesitan, de forma que permanezcan recogidas y colocadas para su posterior montaje sin entorpecer la zona de trabajo.

© Ediciones Paraninfo

Figura 3.51. Carros portapiezas.

Otro tipo de carro es el que se emplea como sustitución de alguno de los trenes de rodaje del vehículo, soportando la carrocería para facilitar su desplazamiento por el taller.

Figura 3.52. Carros portacarrocerías.

Equipos informáticos

Indispensables para cargar programas informáticos de muy variada naturaleza: datos de vehículos, tasaciones, prontuarios de reparación, diagnosis, etcétera.

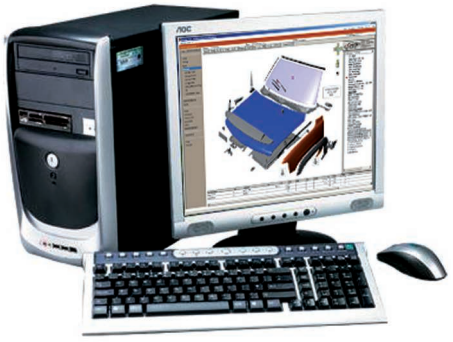


Figura 3.53. Equipo informático con aplicación especializada.

Básculas de precisión

Son instrumentos que tienen como función la de pesar o, más concretamente, medir masas de diferentes productos. Las utilizadas en el área de pintura disponen de una gran precisión (una décima de gramo), resultan muy prácticas para el dosificado de productos como la masilla y el peróxido, la cantidad de resina, activador y catalizador, o en la preparación de fórmulas de pintura. Las más modernas suelen ir conectadas a un ordenador que facilita las operaciones matemáticas necesarias para realizar el ajuste del peso de los componentes de la pintura o la elaboración de la mezcla de la resina.

© Ediciones Paraninfo

Figura 3.54. Operación de pesado con una báscula de precisión.

Figura 3.55. Llave con boca deformada.

3.4. Mantenimiento de las herramientas

La utilización de las herramientas de uso común debe hacerse de forma racional, usándolas durante el tiempo necesario, para a continuación volverlas a colocar en su sitio con el fin de que estén disponibles el mayor tiempo posible.

Las herramientas han de estar en buen estado de uso, para ello, además de usarlas correctamente, se ha de proceder a realizar su mantenimiento de forma periódica (o cuando la ocasión así lo requiera); con ello, los trabajos se desarrollarán con mayor seguridad y rapidez. Conviene tener presente que en un primer momento, el principal mantenimiento que se puede aplicar sobre una herramienta es utilizarla para lo que ha sido diseñada, sin darle otras aplicaciones alternativas.

Habitualmente, las tareas de mantenimiento estarán muy ligadas al tipo de máquina en cuestión, pudiéndose agrupar en las siguientes categorías:

3.4.1. Mantenimiento de las herramientas de mano

Este tipo de operaciones no suele presentar ningún problema. Dependiendo de la herramienta, necesitará una u otra operación de mantenimiento como:

- Mantener correctamente los filos de corte.
- Controlar las posibles holguras.
- Evitar deformar las caras o bocas de agarre.
- Desechar las llaves que tengan las bocas deformadas.

3.4.2. Mantenimiento de las herramientas neumáticas

Este tipo de herramientas puede ver considerablemente reducida su vida útil si no se realizan unas tareas básicas de mantenimiento como:

- Lubricar las máquinas con aceite especial para este tipo de herramientas; bastará con unas gotas en los orificios de los que disponen para este fin o a través del conector por donde entra el aire. El mejor proceso es siempre utilizar un acondicionador (unidad de mantenimiento) con lubricador incorporado.
- Realizar una limpieza periódica de las tuberías de conexión, para que no acumulen humedad y se la traspase a la herramienta.
- Nunca trabajar con exceso de presión, esto no provocará más rapidez en la máquina ni más fuerza, solo se estará forzando su mecanismo y por consiguiente reduciendo su vida útil.
- No reparar las conexiones o las mangueras con procedimientos inapropiados, solo estará retrasando la reparación definitiva, perdiendo energía y seguramente realizando el trabajo en más tiempo de lo debido.

La utilización de herramientas neumáticas conlleva asimismo el tener que hacer el mantenimiento de la instalación de aire de forma periódica, realizando como mínimo las siguientes operaciones:

- Limpiar los purgadores de los acondicionadores de aire.
- Mantener con aceite los lubricadores de los acondicionadores de aire.
- Purgar el acumulador del compresor (en caso de que no se produzca de forma automática).

© Ediciones Paraninfo

- Comprobar el nivel del aceite del compresor (mantenimiento propio del mismo).
- Limpiar el/los filtro/s del compresor.
- Realizar el timbrado del acumulador.

Figura 3.56. Herramienta neumática con depósito dosificador de aceite en la entrada de aire.

3.4.3. Mantenimiento de las herramientas hidráulicas

Las herramientas hidráulicas suelen ser duraderas; tanto, que normalmente se piensa que con que tengan aceite es suficiente. Sin embargo, es conveniente:

- Mantener limpio de suciedad el émbolo de desplazamiento; lo contrario provocaría el desgaste del mismo de forma prematura.
- No llenar hasta producir el rebosamiento del aceite, es conveniente dejar una pequeña cámara de aire para que no se produzca en su interior un vacío que impida que fluya el aceite con normalidad.
- Reparar rápidamente las pérdidas de aceite que se produzcan (por muy pequeñas que sean), con ello se alejará la posibilidad de provocar un resbalamiento de las personas que circulen por el taller, además de mejorar la imagen del mismo.

3.4.4. Mantenimiento de las herramientas eléctricas

Estas herramientas requieren muy poco mantenimiento, salvo el relacionado también con la seguridad:

- Trabajar siempre en instalaciones que dispongan de conectores con toma de tierra.
- Cerciorarse siempre de la tensión de utilización.
- No realizar empalmes sin la protección adecuada.
- No manipular el interior de la herramienta sin antes desconectarla de la red eléctrica.

3.5. Prevención de riesgos laborales. Riesgos inherentes a las actividades de un taller de carrocería

El trabajo es un derecho constitucional a través del cual se busca satisfacer una serie de necesidades, sin embargo, según las condiciones en las que se realice puede suponer un peligro para la salud que es necesario identificar y controlar.

Los riesgos laborales producen accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que suponen un alto coste social y económico. Según las estadísticas de los últimos años, en España mueren anualmente varios centenares de personas como consecuencia de accidentes laborales, además, el coste económico que supone la pérdida de producción, el personal de sustitución, los daños materiales y el deterioro de la imagen suponen varios miles de millones de euros al año de pérdidas. Estos datos son por sí solos lo suficientemente alarmantes como para aunar esfuerzos de todas las partes para reducir los riesgos laborales.

Por lo que respecta a la seguridad en la realización de las actividades del taller, en todo momento se debe tener presente que es necesario utilizar los medios destinados a tal efecto. Por un lado lo exige el reglamento de trabajo, y por otro resulta de vital importancia para mantener la integridad física. A pesar de que en algún momento el seguimiento de la normativa de seguridad e higiene en el trabajo pueda causar cierta incomodidad (que lleve a pensar que no es muy importante o que su observación resulta más molesta que eficaz), hay que tener en cuenta que esa filosofía es errónea, pues los accidentes aparecen de improviso, cuando ya no hay solución posible. Los accidentes pueden ocasionar que disminuya la calidad de vida (en algunos casos de forma irreversible). Por tanto, esta faceta del trabajo debe ser el resultado de una valoración personal y de una toma de postura consecuente.

Los accidentes y las enfermedades profesionales que se pueden originar en los talleres de reparación de vehículos no solo perjudican a las personas afectadas, sino que también repercuten en la gestión, productividad e imagen de la empresa.

La prevención de riesgos laborales es pues un excelente instrumento para mejorar la imagen y productividad del taller. Para llevar a cabo este objetivo se ha de comenzar por:

- Establecer una buena organización.
- Adquirir herramientas y máquinas de calidad, e instruirse convenientemente en su uso.

© Ediciones Paraninfo

- Mantener limpias las herramientas y el puesto de trabajo.
- Conocer los riesgos que se pueden producir durante el desarrollo de las actividades en la reparación de vehículos.
- Utilizar los medios de protección adecuados en cada trabajo (individuales y colectivos).
- Señalizar las diferentes zonas de trabajo con los símbolos apropiados.

Por todo ello, existe la necesidad de conocer la normativa en materia de seguridad e higiene en el trabajo.

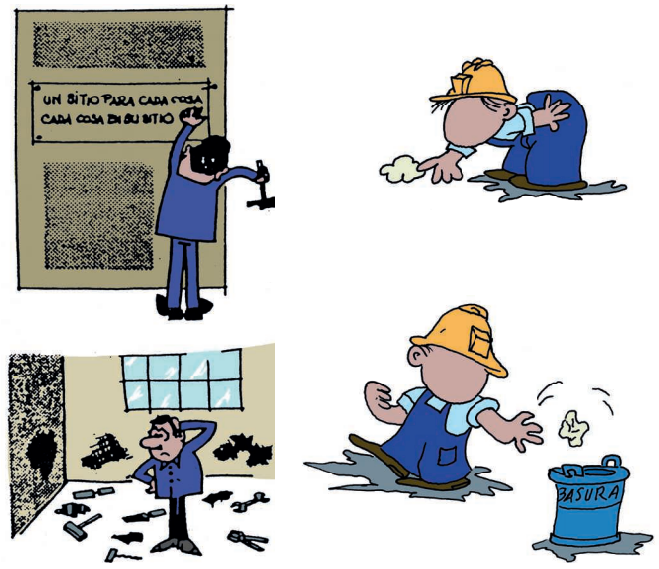


Figura 3.57. El orden y la limpieza evitan accidentes, agilizan y hacen más agradable el puesto de trabajo.

3.5.1. Ley de Prevención de Riesgos Laborales

Los riesgos laborales son intrínsecos al trabajo, pero se pueden minimizar con un plan de prevención adecuado. La Ley de Prevención de Riesgos Laborales regula los derechos y obligaciones en el ámbito laboral. Según dicha ley la prevención es tanto responsabilidad del empresario como de los trabajadores, de tal forma que:

- El empresario deberá garantizar la salud y seguridad de los trabajadores a su servicio en todos los aspectos relacionados con el trabajo, estableciendo un sistema adecuado de gestión de la prevención de riesgos derivados del trabajo que asegure el funcionamiento de todas las actividades preventivas que se desarrollen en el ámbito de la empresa.
- El trabajador deberá velar en la medida de sus posibilidades por su seguridad y su salud y por las de aquellas personas a las que pueda afectar su actividad profesional.

Los principios de obligado cumplimiento que se recogen en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales son los siguientes:

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se pueden evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y métodos de trabajo y de producción, con el fin de atenuar el trabajo monótono y repetitivo.
- Tener en cuenta la evolución de la técnica.
- Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro.
- Planificar la prevención buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.

Por otra parte, la ley establece para todas las empresas los siguientes requisitos:

- Realización de una evaluación de riesgos laborales.
- Realización de un plan de actuación.
- El personal debe conocer cómo actuar ante un accidente en cada circunstancia.
- El personal deberá conocer cómo actuar ante un plan de emergencia.
- Obligación de realización de simulacros para concretar la actuación del personal de la empresa en cualquier incidente.
- Formación del personal en materia de prevención de riesgos laborales.

La ley contempla la imposición de sanciones para aquellas empresas que la incumplan.

3.5.2. ¿Quiénes son los interesados en cumplir la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y por qué?

Con el cumplimiento de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales todas las partes involucradas salen beneficiadas:

© Ediciones Paraninfo

los trabajadores, los empresarios y también las administraciones públicas.

- **Los trabajadores,** que tienen la obligación de cumplir las normas y utilizar todos los medios de protección necesarios. Se benefician en:
  - Mantener plena su integridad y capacidades físicas y las de sus compañeros.
  - Evitar accidentes innecesarios.
- **El empresario,** que tiene la obligación de cumplir la ley, facilitando a sus trabajadores los medios de protección necesarios, unos puestos de trabajo libres de peligro y unas instalaciones perfectamente acondicionadas.

  Con ello disminuyen las bajas y el absentismo laboral, lo que implica:
  - Mejorar la productividad e imagen de la empresa.
  - Ganarse el respeto y la confianza de los trabajadores.
- **Las administraciones públicas,** las cuales aprueban la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, para que las administraciones públicas, los empresarios y los trabajadores la cumplan y realicen las actuaciones preventivas oportunas.

  Consigue disminuir las inmensas pérdidas sociales y económicas que producen los accidentes laborales y mejorar la calidad de vida de todos sus ciudadanos al hacer cumplir esta ley.

3.5.3. ¿Qué actitud se debe tomar?

Una vez que se conocen las ventajas que proporciona el seguimiento de estas normas, cada una de las partes debe cumplir con las siguientes obligaciones:

- **Los trabajadores,** cumpliendo con su obligación de utilizar los medios de seguridad e higiene necesarios en cada caso.
- **Los empresarios,** propiciando el cambio de actitud de sus trabajadores dando a conocer claramente los riesgos existentes, los medios de seguridad e higiene que se utilizan para prevenirlos e incentivando las actitudes y los resultados conseguidos en este sentido.
- **Las administraciones públicas,** exigiendo a los empresarios su cumplimiento y sancionando a los que no cumplan las normas.

3.5.4. Recomendaciones generales

Para llevar a cabo una buena prevención de los riesgos laborables, en el taller se deben tener en cuenta las siguientes observaciones:

- Las máquinas, útiles y herramientas serán utilizadas para el fin con que han sido diseñadas.
- El mantenimiento de los equipos se realizará teniendo en cuenta las consideraciones e instrucciones del fabricante.
- Antes de la utilización de los equipos, se debe comprobar que sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas.
- Los trabajadores, antes de usar las máquinas, deben conocer su funcionamiento y medidas de seguridad.
- Se exigirá a los trabajadores el cumplimiento de las especificaciones emitidas por el fabricante para cada útil o herramienta.
- Utilizar los medios necesarios para no transportar peso en exceso (gatos, mesas de transporte, grúas, etc.).
- Tener en cuenta los esfuerzos a realizar en función de cada persona, así como las posturas ergonómicas más recomendables.
- Elegir los medios de protección adecuados para cada operación.
- Bloquear el vehículo con el freno de mano cuando se deje aparcado.
- Colocar siempre caballetes cuando se trabaje debajo del vehículo.
- No utilizar ropas de trabajo muy holgadas, para evitar que se puedan enganchar.
- Mantener el vehículo con el motor en marcha el tiempo indispensable dentro del taller y en todo caso con el extractor de humos conectado.
- Utilizar herramientas de calidad.
- No sobrecargar equipos tales como elevadores, gatos hidráulicos, caballetes, etcétera.
- Mantener el puesto de trabajo y las zonas comunes en perfectas condiciones de organización y limpieza.

3.5.5. ¿Cuáles son los riesgos que hay en el taller de carrocería?

Además de los riesgos propios de cualquier taller (resbalones, golpes, proyecciones), en los talleres de carrocería se realizan operaciones de restauración de superficies, aplicación de productos, algunos de ellos de elevada toxicidad, y lijado, entre otras.

Para realizar estas operaciones es necesario el empleo de equipos de soldadura, lijadoras, elevadores, herramientas neumáticas, eléctricas e hidráulicas, herramientas de mano, etc. Su utilización de forma adecuada con las medidas de protección individual necesarias durante su aplicación no ofrecen

© Ediciones Paraninfo

riesgos considerables de accidentes o enfermedades profesionales. Sin embargo, la falta de medidas de prevención o la incorrecta utilización de los equipos puede ocasionar lesiones muy graves y a medio plazo verse mermada notablemente la salud, en algunos casos de forma irreversible.

Los riesgos que se derivan de las operaciones propias del área de carrocería se pueden minimizar considerablemente teniendo en cuenta determinados aspectos que a continuación se citan:

- Atendiendo a las recomendaciones generales recogidas en el Apartado 3.5.4.
- Formando al trabajador en materia de prevención de riesgos específicos que se derivan de su puesto de trabajo.
- Sensibilizando al trabajador sobre la importancia que tiene llevar a cabo las precauciones pertinentes tanto en materia de protección personal o colectiva como en hábitos de trabajo.

Riesgos inherentes a las operaciones de lijado

La operación de lijado produce proyección de partículas, ruido excesivo, rotura de discos abrasivos que pueden traer consigo quemaduras, irritaciones cutáneas, cortes, e inhalación de polvo. Para evitar estos riesgos, es necesaria la utilización del equipo de protección personal compuesto por gafas, guantes, mascarillas, ropa adecuada y cascos o tapones para los oídos. Además es indispensable el empleo de equipos con sistema de aspiración de polvo.

Figura 3.58. Equipo de protección individual para las operaciones de lijado.

Riesgos inherentes a las operaciones de restauración de superficies sin aplicación de equipos de soldadura. Montaje y desmontaje de diferentes componentes

Los riesgos derivados de estas operaciones son los siguientes:

- **Golpes y cortes.** Producidos por el empleo de herramientas de mano o durante el desmontaje de componentes sin tener en cuenta las medidas de seguridad apropiadas. Es conveniente utilizar herramientas de calidad y exclusivamente para lo que han sido diseñadas así como asegurarse de su correcto estado físico y de mantenimiento. Las medidas de protección para los trabajadores durante su utilización son guantes y, en determinadas operaciones, botas de seguridad.

  Por otro lado, algunos elementos de los vehículos están unidos por adhesivos que es necesario cortar para su desmontaje. Para ello se precisa el empleo de herramientas de corte tales como cuchillas, sierras, cortafríos, o incluso equipos neumáticos diseñados para ese fin. Siempre que se utilicen herramientas de corte es necesario la utilización de guantes como medida de protección personal.
- **Atrapamientos.** Derivados del propio uso de determinadas herramientas y equipos. Para evitarlo siempre es necesario prestar especial atención en el uso de determinados equipos y seguir las instrucciones que determine el fabricante. Durante las operaciones de desmontaje y montaje conviene utilizar guantes.
- **Sobreesfuerzos y posturas inadecuadas.** Ciertas operaciones requieren sobreesfuerzos en el trabajador y la adopción de ciertas posturas poco ergonómicas, ya sea por sus características de peso o bien por su ubicación.

  Antes de realizar sobreesfuerzos o adoptar posturas inadecuadas, será conveniente analizar la situación para comprobar en qué medida se puede evitar parte o la totalidad de los citados riesgos, bien con el apoyo de equipos y herramientas más adecuadas, o solicitando ayuda a otra persona. En los casos que sean inevitables, será conveniente no someterse a ellos durante un tiempo prologando.
- **Proyección de partículas.** Algunas uniones de piezas se realizan mediante remaches que es necesario taladrar para poder desmontarlas. El uso de la taladradora conlleva la proyección de partículas que pueden afectar de manera directa sobre la piel y los ojos del operario que la está utilizando. Además, la utilización de la taladradora, especialmente la neumática,

© Ediciones Paraninfo

produce un nivel de ruido al que no debe someterse el operario, por ello, mientras que se está realizando esta operación el trabajador debe utilizar como medida de protección personal gafas, cascos y guantes.

Riesgos inherentes a la reparación de plásticos

Las operaciones de reparación de plásticos llevan consigo la utilización de equipos de soldadura, equipos específicos, lijadoras, aplicación de productos, entre otros, que implican los riesgos de la exposición a salpicaduras de producto, proyecciones de partículas, quemaduras, irritaciones cutáneas, cortes e inhalación de productos y vapores nocivos. Dependiendo de la fase de reparación, se tendrán en cuenta unos equipos de protección u otros que básicamente estarán formados por gafas de seguridad, guantes, cascos o tapones auditivos, mascarillas.

Riesgos inherentes a la aplicación de masillas

Las masillas que se aplican sobre las superficies para igualarlas contienen una serie de productos que pueden provocar, si se ponen en contacto con la piel, dermatitis y, si se inhalan, irritaciones en las vías respiratorias y en los ojos. Durante su aplicación es necesario la utilización del equipo de protección individual compuesto por gafas, guantes y mascarillas específicas.

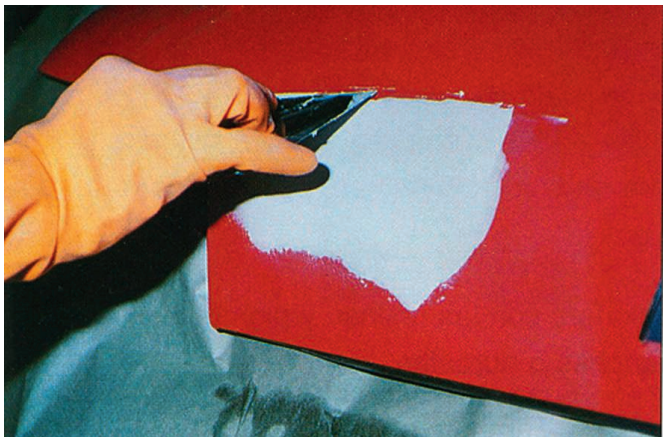


Figura 3.59. Aplicación de masillas.

Figura 3.60. Equipo de protección individual para las operaciones de aplicación de masillas.

Riesgos inherentes a la utilización de equipos de desabollado mediante elementos soldados

Como riesgos derivados de la utilización de equipos de desabollado mediante elementos soldados, podemos destacar los siguientes:

- **Quemaduras.** Producidas por la proyección de partículas incandescentes mientras se realiza la soldadura y por contacto de la pieza poco tiempo después de haber sido soldada. El equipo de protección personal para evitar estos riesgos consiste en la utilización de ropa, pantallas protectoras y guantes apropiados.
- **Radiaciones.** El equipo de soldadura multifunción emite diferentes tipos de radiaciones durante su funcionamiento que pueden dañar la salud del operario y de los que le rodean. Para evitar en lo posible las radiaciones emitidas por el equipo es necesario evitar exposiciones prolongadas y realizar los trabajos de soldadura en zonas aisladas del resto de trabajadores. Es obligatorio la utilización de ropa adecuada y pantallas protectoras.
- **Inhalación de humos y gases tóxicos.** La realización de la soldadura provoca el desprendimiento de gran cantidad de humos y gases tóxicos que pueden afectar considerablemente a la salud del trabajador. Para evitar la inhalación de humos y gases tóxicos, las instalaciones deben tener buena ventilación, equipos propios de extracción de gases en cada puesto de soldadura y el operario debe utilizar mascarillas apropiadas.
- **Riesgos eléctricos.** La utilización de los equipos de soldadura puede provocar descargas eléctricas sobre el operario como consecuencia de una instalación eléctrica defectuosa o de un incorrecto mantenimiento del equipo. Para evitar dichos riesgos es preciso revisar exhaustivamente la instalación, no tocar partes eléctricas bajo corriente o los electrodos directamente, no manipular el equipo con las ropas o pies mojados, aislarse mediante calzado adecuado del suelo y de la pieza a soldar, utilizar el equipo según las instrucciones del fabricante y realizar los mantenimientos precisos.
- **Incendio.** Las zonas donde se trabaje con equipos de soldadura deben estar perfectamente ventiladas y no debe existir concentración de gases inflamables que pudieran provocar un incendio.
- **Marcapasos.** Los campos magnéticos que derivan de corrientes elevadas podrían incidir en el

© Ediciones Paraninfo

funcionamiento de los marcapasos. Los portadores de aparatos electrónicos vitales deberían consultar al médico antes de acercarse a las operaciones de estos equipos.

- **Explosiones.** No soldar en proximidad de recipientes a presión o en presencia de polvo, gas o vapores explosivos. Manipular según las especificaciones del fabricante las bombonas y los reguladores de presión utilizados en las operaciones de soldadura.

Figura 3.61. Equipamiento común a todos los trabajadores.

Riesgos inherentes a la soldadura de estaño-plomo

Los riesgos derivados de esta operación de soldadura son los siguientes:

- **Quemaduras.** Producidas por la manipulación del material de aportación y del soplete. El equipo de protección personal para evitar estos riesgos consiste en la utilización de ropa, gafas y guantes apropiados.
- **Inhalación de humos y gases tóxicos.** La realización de la soldadura provoca el desprendimiento de gran cantidad de humos y gases tóxicos que pueden afectar considerablemente a la salud del trabajador. Para evitar la inhalación de humos y gases tóxicos, las instalaciones deben tener buena ventilación y el operario debe utilizar mascarillas apropiadas.
- **Explosión.** El gas utilizado en la soldadura blanda es el butano; su incorrecta manipulación y almacenamiento podría provocar una explosión. Para evitar dichos riesgos es necesario seguir todas las indicaciones referentes a la manipulación y almacenamiento del citado gas, no soldar en proximidad de recipientes a presión o en presencia de polvo, gas o vapores explosivos.
- **Incendio.** Las zonas donde se trabaje con equipos de soldadura deben estar perfectamente ventiladas y no debe existir concentración de gases inflamables que pudieran provocar un incendio. Además es preciso revisar las mangueras y válvulas de seguridad y sustituirlas en su caso antes de encender el equipo.

Figura 3.62. Equipo de soldadura blanda.

Figura 3.63. Equipo de protección para las operaciones de soldadura de estaño-plomo.

En los cuadros siguientes se detallan de forma esquematizada los riesgos más comunes que provocan las distintas actividades desarrolladas en el módulo de elementos metálicos y sintéticos, las zonas afectadas por estos y la forma de prevenirlos.

© Ediciones Paraninfo

RIESGOS INHERENTES A LAS OPERACIONES DE LIJADO		
Zona	**Riesgo**	**Protección y prevención**
Ojos	Proyección de partículas	Gafas de seguridad
Manos	Quemaduras, irritaciones cutáneas, cortes	Guantes de trabajo y guantes específicos
Vías respiratorias	Inhalación de polvos, gases o vapores nocivos	Mascarillas apropiadas y equipos de extracción
Cuerpo	Irritaciones cutáneas	Monos de protección integral

RIESGOS INHERENTES A LA UTILIZACIÓN DE APARATOS ELÉCTRICOS		
Zona	**Riesgo**	**Protección y prevención**
Descargas	Suelo húmedo o manipulación inadecuada	Mantener el puesto de trabajo y las manos secas, utilización de guantes
Incendios	Instalación en mal estado	Instalación apropiada, cables y enchufes revisados

RIESGOS INHERENTES A LAS OPERACIONES DE RESTAURACIÓN DE SUPERFICIES SIN APLICACIÓN DE EQUIPOS DE SOLDADURA. MONTAJE Y DESMONTAJE DE DIFERENTES COMPONENTES		
Zona	**Riesgo**	**Protección y prevención**
Ojos	Proyección de partículas	Gafas de seguridad
Manos y pies	Cortes y golpes	Guantes de trabajo y calzado de seguridad
Oídos	Sordera	Cascos y tapones auditivos
Manos	Atrapamientos	Guantes y seguir recomendaciones de uso de los equipos
Todo el cuerpo en general	Sobreesfuerzos y posturas inadecuadas	Evitar las posturas inadecuadas y/o pedir ayuda. Cuando sea imprescindible la adopción de posturas poco ergonómicas, no prolongarlas durante mucho tiempo

RIESGOS INHERENTES A LAS OPERACIONES DE REPARACIÓN DE PLÁSTICOS		
Zona	**Riesgo**	**Protección y prevención**
Ojos	Salpicadura de producto y proyecciones de partículas	Gafas de seguridad
Manos	Quemaduras, irritaciones cutáneas, cortes	Guantes de trabajo y guantes específicos
Vías respiratorias	Inhalación de polvos, gases o vapores nocivos	Mascarillas apropiadas y equipos de extracción
Cuerpo	Irritaciones cutáneas	Monos de protección integral

© Ediciones Paraninfo

RIESGOS INHERENTES A LA SOLDADURA DE ESTAÑO-PLOMO		
Zona	**Riesgo**	**Protección y prevención**
Ojos	Proyección de partículas	Gafas de seguridad
Manos	Quemaduras, irritaciones cutáneas, cortes	Guantes específicos
Vías respiratorias	Inhalación de polvos, gases o vapores nocivos	Mascarillas apropiadas y equipos de extracción
Cuerpo	Irritaciones cutáneas	Monos de protección integral

RIESGOS INHERENTES A LA APLICACIÓN DE MASILLAS		
Zona	**Riesgo**	**Protección**
Manos	Dermatitis	Guantes
Vías respiratorias	Irritaciones	Mascarillas
Ojos	Irritaciones	Gafas

3.5.6. Conclusión

La seguridad e higiene se fundamenta en la prevención:

- Ser conscientes de los riesgos.
- Protegerse y proteger a los demás.

Figura 3.64. Los accidentes se pueden evitar con un sistema de prevención de riesgos.

© Ediciones Paraninfo

3.5.7. Equipos de protección individual

Los accidentes que se producen en el trabajo son consecuencia de una serie de causas que provocan pérdidas de rendimiento en la empresa y sobre todo en la calidad de vida de los trabajadores. Si se eliminan las causas que lo generan, el accidente no se producirá. Por tanto, desde el punto de vista del trabajador, hay que asegurarse de que se ponen todos los medios posibles, ya que es el más afectado. Exigir que el empresario los tenga operativos y a disposición del trabajador y emplearlos siempre, de acuerdo con la actividad a desarrollar.

Para ello, deben existir unos equipos y medios de seguridad propios de las instalaciones y otros de uso personal, operativos y al alcance del trabajador o, en caso contrario, deberá reclamarlos y por supuesto utilizarlos convenientemente. En consecuencia, el trabajador deberá estar debidamente formado para su correcta utilización.

3.5.8. Equipo de protección personal

Se trata de cualquier prenda o dispositivo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de los riesgos derivados del trabajo que puedan amenazar su seguridad o su salud, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin.

1. Gorra de trabajo.
2. Auriculares antirruido.
3. Guantes para soldadura.
4. Guantes para otras operaciones.
5. Zapatos protectores.
6. Pantalla protectora para soldadura.
7. Ropa de trabajo.
8. Mascarilla antipolvo.
9. Gafas protectoras.

Figura 3.65. Componentes del equipo de protección personal.

El equipo de protección personal se compone de los siguientes tipos de protectores: protección de la cabeza, ojos y cara, vías respiratorias, manos y brazos, pies y piernas, de la piel, del tronco y del abdomen y protección total del cuerpo.

3.6. El automóvil y el medio ambiente

Las actividades que se desarrollan en los talleres de automoción pueden influir negativamente en la preservación del medio ambiente, por esta razón es de vital importancia la sensibilización del sector, para que los profesionales desarrollen una actividad lo más respetuosa posible, poniendo en práctica las recomendaciones y obligaciones que lleva consigo la puesta en marcha de la actividad, así como la gestión de los residuos generados.

El desarrollo industrial ha llevado asociado problemas críticos como el cambio climático, el efecto invernadero, el agujero de la capa de ozono y la desertización, entre otros.

Los principales efectos sobre el medio ambiente producidos por la actividad en los talleres son los siguientes:

- Agotamiento de recursos.
- Contaminación atmosférica.
- Reducción de la capa de ozono.
- Contaminación del agua.
- Generación de residuos.

Para mitigar en parte los riesgos medioambientales existen dos tipos de protocolos de actuación, **la gestión de recursos y la gestión de residuos.**

Gestión de recursos

Para gestionar los recursos de forma respetuosa con el medio ambiente hay que tener una serie de consideraciones en cuenta; a continuación se detallan las más significativas:

- **Maquinaria y equipos:**
  - — Adquirir maquinaria, equipos y herramientas respetuosos con el medio ambiente, que tengan un bajo consumo de energía, baja emisión de ruidos y, si se diera el caso, de partículas.
  - — Utilizar los equipos el tiempo estrictamente necesario.

© Ediciones Paraninfo

— Mantener los equipos en su correcto estado de funcionamiento, cambiando cuando proceda, los filtros periódicamente y conservando las medidas de respeto al medio ambiente.

- **Materiales y productos:**
  - — Conocer el significado de los símbolos ecológicos.
  - — Emplear productos homologados.
  - — Utilizar las cantidades de materiales y productos necesarias.
  - — Mantener una conservación óptima de productos para evitar su deterioro.
  - — Prever las cantidades necesarias de aplicación para evitar su desaprovechamiento.
  - — Evitar la caducidad.
  - — Adquirir productos en recipientes biodegradables, reciclados o que puedan ser retornables o reutilizables.
  - — Usar productos lo menos agresivos posible con el medio ambiente.
- **Energía:**
  - — Promover el ahorro de consumo energético.
  - — Aprovechar la luz natural.
  - — Utilizar aparatos de bajo consumo.
  - — Colocar temporizadores, detectores de presencia, etc., para el control de determinadas zonas iluminadas.
  - — Apagar equipos eléctricos que no estén utilizándose.
  - — Determinar un buen aislamiento con el exterior del local.
  - — Evitar fugas de aire comprimido o de cualquier tipo de fluido.

Gestión de residuos

La buena gestión de residuos es de vital importancia para el medio ambiente, a continuación se detallan aspectos a tener en cuenta para realizar esta práctica:

- Cumplir con la normativa en vigor.
- Separar correctamente los residuos.
- Presentar por separado o en recipientes especiales los residuos susceptibles de distintos aprovechamientos o que sean objeto de recogida específica.
- Depositar los residuos en contenedores determinados para ellos.
- Seguir las pautas establecidas por los servicios de recogida especial.
- Utilizar elementos cuyos desechos puedan ser reciclables.
- Manipular los residuos de forma correcta.
- Informarse de las características de los residuos y de su correcta gestión.
- No verter a la red pública materiales que impidan el correcto funcionamiento o el mantenimiento de los colectores.
- Evitar el vertido de sólidos, líquidos o gases combustibles, inflamables o explosivos además de irritantes, corrosivos o tóxicos.

Residuos especiales y peligrosos

Aerosoles
Baterías
Catalizadores
Disolventes
Envases sucios con residuos especiales o sustancias peligrosas
Filtros de aceite
Residuos de destilación de los disolventes
Grasas y aceites sobrenadantes de los tanques de limpieza de piezas
Líquidos de freno y otros fluidos
Lodos de la fosa de decantación
Lodos de pinturas

© Ediciones Paraninfo

Lodos del lavado de piezas
Aceites lubricantes
Papeles y trapos impregnados con aceite, grasa, pintura, etc.
Pilas y fluorescentes
Neumáticos
Polvo de los filtros de cabinas de pintado
Polvo generado en el cambio de las pastillas de freno
Polvo recogido en los filtros de pulidoras, planos aspirantes y cabinas de pulido
Refrigerantes
Restos de pinturas

Residuos inertes no especiales

Cartón	Chatarra	Cables	Piezas de plástico
Frenos	Madera	Parachoques	Vidrio
Envases	Papel	Componentes electrónicos	

Compuestos orgánicos volátiles o emisiones gaseosas

La gestión de estos desechos también debe realizarse de forma racional para evitar dañar algo tan importante como el medio ambiente. Esta protección deberá llevarse a cabo como establece la normativa medioambiental.

Figura 3.66. Residuos derivados del automóvil.

© Ediciones Paraninfo

ACTIVIDADES FINALES

Instalaciones y equipamiento de un taller de carrocería. Prevención de riesgos

CUESTIONES

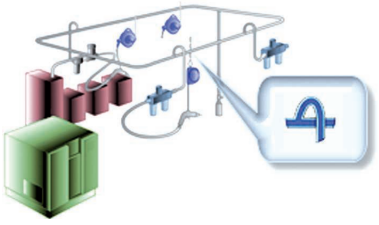
3.1. Señala las diferencias más importantes entre los talleres marquistas y los no marquistas. ¿Suelen disponer del mismo equipamiento? Razona la respuesta.

3.2. Enumera las diferentes áreas, zonas y dependencias que suelen tener los talleres

3.3. ¿Qué son los denominados elementos antideflagrantes? ¿En qué zonas del taller se suelen utilizar?

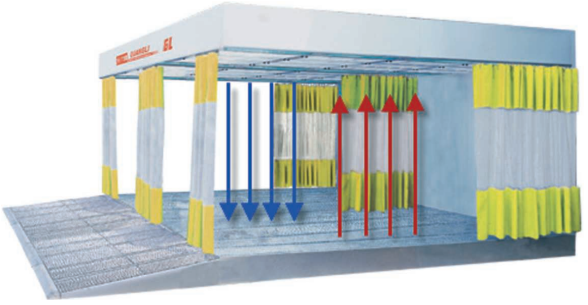
3.4. Enumera los elementos que suelen constituir la red neumática de un taller, explicando brevemente su finalidad.

3.5. ¿Por qué se realizan las ramificaciones de la red de aire con el denominado «cuello de cisne»? Explica también por qué las tuberías de la red de aire se instalan con una pendiente del 1 al 2 % respecto a la horizontal.



3.6. Explica las diferencias más significativas entre los conectores rápidos y los conectores de seguridad.

3.7. Indica cuál es el sentido de circulación del aire en un plano aspirante: hacia arriba o hacia abajo. Razona la respuesta.



3.8. Señala los aspectos más importantes que se suelen tener en cuenta a la hora de realizar una evaluación de riesgos.

3.9. ¿Cuáles son los riesgos inherentes en las distintas áreas del taller de carrocería?

3.10. ¿Cuáles son los principales efectos sobre el medio ambiente producidos por la actividad en los talleres?

3.11. Define cada uno de los espacios de la zona o área de carrocería.

© Ediciones Paraninfo

ACTIVIDADES FINALES

Instalaciones y equipamiento de un taller de carrocería. Prevención de riesgos

3.12. Enumera los factores de las características que deben reunir los locales de los talleres.

3.13. Define las características de iluminación de los locales del taller y la luminosidad de cada área.

3.14. Enumera los elementos auxiliares del equipamiento más empleados en un taller de reparación.

ACTIVIDADES PROPUESTAS

3.1. Busca la normativa de tu comunidad autónoma relacionada con la actividad de los talleres de reparación de automóviles.

3.2. Realiza un estudio sobre los sistemas de aspiración de polvo existentes en los talleres de tu centro educativo.

3.3. Realiza un croquis del área de trabajo de carrocería de tu centro educativo, definiendo cada uno de los puestos específicos.

3.4. Realiza un estudio de los pictogramas y la simbología de seguridad existentes en los diferentes talleres de tu centro educativo, proponiendo todos aquellos que consideres necesarios.

3.5. Localiza los medios de seguridad disponibles en los talleres antes citados, analizando su correcta localización y señalización.

3.6. Elabora un plan de mantenimiento para el equipamiento de carrocería de los talleres de tu centro educativo.

3.7. Analiza el estado, la composición y la ejecución de la red neumática de los talleres de tu centro educativo

3.8. Realiza una evaluación de riesgos de las diferentes áreas de los talleres de tu centro educativo, comprobando el estado y la localización de los EPI.

3.9. Comprueba cómo se realiza la retirada de los residuos peligrosos en tu centro educativo. Diseña un plan de retirada que contemple todos los residuos que se generan en los diferentes talleres. Busca, así mismo, la normativa relacionada.

3.10. Realiza un esquema de la instalación de aire de tu centro educativo.

3.11. Realiza un inventario de herramientas neumáticas que existen en tu centro educativo.

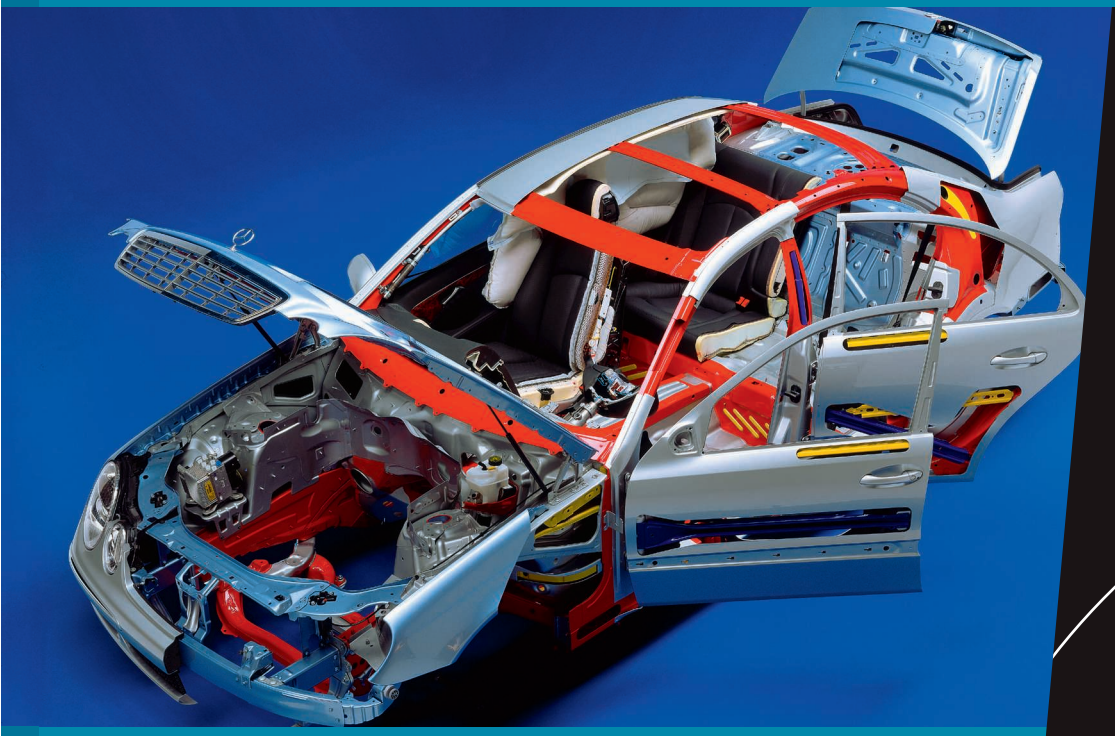
3.12. Entra en las páginas web de las empresas que han colaborado en este libro, en ellas encontrarás una gran cantidad de información que te ayudará a completar tus conocimientos.

3.13. Localiza el orificio de lubricación de los distintos equipos neumáticos de tu centro educativo.

3.14. Investiga en internet las recomendaciones o estudios sobre el equipamiento de un taller de reparación.

© Ediciones Paraninfo

Identificación de sistemas de carrocería y sus componentes



4

CONTENIDOS

4.1. Identificación del vehículo
4.2. Tipos de carrocerías
4.3. Tipos de vehículos según la distribución de espacios interiores
4.4. Tipos de vehículos según su forma
4.5. Elementos que constituyen una carrocería

OBJETIVOS

- Identificar correctamente la carrocería de un vehículo, tomando como referencia diferentes criterios de clasificación: volúmenes, forma, tipo de construcción, etcétera.
- Interpretar correctamente los códigos de identificación que incorporan los vehículos.
- Conocer la denominación y función habitual de las diferentes piezas que conforman el conjunto de la carrocería.

Introducción

Un poco de historia

Si tuviese que datarse el nacimiento del automóvil, sería necesario remontarse hasta el 23 de octubre de 1769, con la primera prueba realizada por Nicolás José Cugnot sobre un carromato que disponía de un motor de vapor. Durante muchos años, los únicos avances se produjeron sobre aspectos mecánicos del sistema de tracción, la manejabilidad o la resistencia de los carromatos. Los primeros automóviles que se pueden calificar como tal, fueron adaptaciones de carruajes movidos por tracción animal con plataforma reforzada.

Figura 4.1. El vehículo autopropulsado más antiguo que se conserva es un tractor de artillería de tres ruedas construido por el ingeniero francés José Cugnot.

El concepto de carrocería quedó entonces definido como «el conjunto de elementos que representan el perfil de la estructura de un vehículo, que sirve de habitáculo a los pasajeros, dispone de una zona de carga y de un lugar para el alojamiento de los componentes y órganos mecánicos del automóvil».

Figura 4.2. Carrocería de un vehículo clásico.

Las carrocerías no se mejoraron en un principio en la misma proporción en que lo hicieron los componentes mecánicos, limitándose a pequeñas transformaciones de tipo estético.

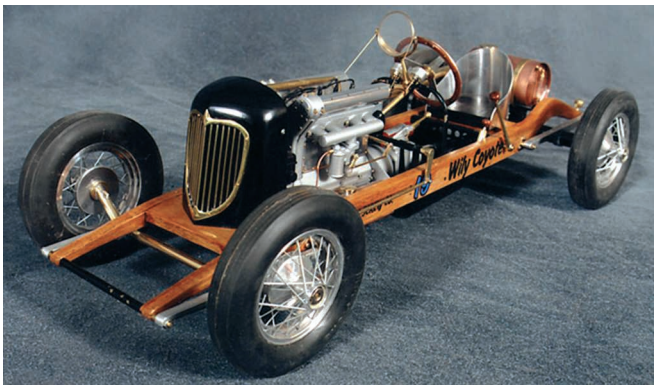


Figura 4.3. Bastidor fabricado con largueros de madera.

Las primeras innovaciones se centraron en la estructura portante, o sea, la plataforma o bastidor que soportaba tanto la carrocería como el motor y demás órganos mecánicos. El primer avance importante fue la sustitución de los largueros de madera que formaban el chasis primitivo, por largueros de chapa de acero que admitían mejor los crecientes aumentos de potencia. La introducción del acero supuso grandes cambios, sobre todo en materia de resistencia y rigidez. En un principio, el acero se introdujo en forma de chapas que se utilizaban para paneles y piezas exteriores, siendo todavía de madera los costillajes, el chasis, los fondos y la configuración interior. Los revestimientos de acero se fueron incrementando con el tiempo, evitándose en principio las formas redondeadas, ya que al no estar desarrollada la técnica de la embutición, las chapas debían conformarse a mano. Estos primeros automóviles estaban compuestos, básicamente, por:

- Un bastidor formado por dos largueros de acero combinado con otras piezas de madera.
- Un motor de combustión interna.
- Una carrocería de madera y chapa de acero, de formas bastante angulosas y poco aerodinámicas.

Figura 4.4. Constitución de un vehículo con bastidor de acero.

© Ediciones Paraninfo

En 1927, aparecen las primeras prensas de embutición en las cuales comienzan a obtenerse una gran variedad de piezas de formas más complejas y con una geometría de radios de curvatura más pequeños. Como fruto de ello, por estas fechas apareció la primera carrocería construida completamente con una estructura de acero y en 1934 se presentaron comercialmente los primeros vehículos autoportantes con una carrocería fabricada completamente con chapas de acero sin ningún elemento de madera.

Figura 4.5. **Ford «T», primer vehículo fabricado en serie.**

Un factor determinante, que a partir de entonces estableció los nuevos métodos de fabricación de automóviles, fue la aparición de la fabricación en cadena inducida por la enorme competencia de la época y la necesidad de abaratar los precios.

En cuanto a diseño se refiere, hasta mediados de los setenta, los procesos de fabricación se basaban en unos conceptos muy comunes en cuanto a funcionalidad, resistencia y estética. A partir de entonces, y a causa de la crisis del petróleo, aparece la necesidad del ahorro de combustible; por lo que se introdujeron otros condicionantes como: la aerodinámica y el peso. A partir de los ochenta entró en escena el factor de seguridad pasiva, como criterio fundamental de diseño.

Figura 4.6. **Vehículo con carrocería de diseño actual.**

La carrocería actual es el resultado del desarrollo de las nuevas tecnologías de fabricación, la aparición de materiales más ligeros y resistentes, y los avances en el diseño industrial; que en conjunto, marcan la evolución hacia sistemas más rígidos, pero a la vez más ligeros. De esta forma, los vehículos actuales poseen, entre otras, las siguientes características:

- Buena habitabilidad.
- Menores coeficientes aerodinámicos (C_x).
- Elevada rigidez, que posibilita un buen comportamiento dinámico.
- Alta protección del habitáculo en caso de siniestro.

Tanto el estudio de la fase de concepción, diseño y fabricación de un automóvil, como las exigencias que debe cumplir en materia de seguridad pasiva (resistencia estructural) y estudio aerodinámico, se desarrollan en el libro de esta misma serie *Elementos estructurales del vehículo*, correspondiente al módulo del mismo nombre.

El automóvil actual dispone de un amplio número de conjuntos y sistemas, que definen sus características diferenciales a nivel de estética, prestaciones, confortabilidad, etc. Su constitución básica está formada por:

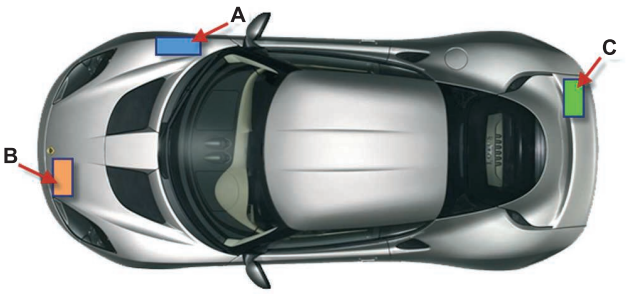
- Carrocería.
- Conjuntos mecánicos.
- Sistemas eléctricos.

Figura 4.7. **Constitución de un automóvil.**

4.1. Identificación del vehículo

A la hora de abordar el estudio de la carrocería de un automóvil, es imprescindible identificar correctamente el vehículo. Para tal finalidad, todos los automóviles incorporan una serie de placas, inscripciones, distintivos, adhesivos, códigos de barras, etc. Esta información, en algunos casos, se encuentra regulada por la normativa internacional y en otros responde a la codificación interna de cada fabricante.

© Ediciones Paraninfo



A Número VIN.
B Placa del constructor.
C Placa de datos de pintura.

Figura 4.8. Placas de identificación del vehículo.

La identificación recoge tanto características constructivas como las intrínsicamente relacionas con el área productiva. Esta información se utiliza para:

- La identificación comercial de cada vehículo.
- El equipamiento de serie.
- La gestión de recambios.
- La tasación de vehículos.
- El registro oficial del parque de vehículos.
- Evitar el tráfico ilícito de vehículos.

Las características de identificación del vehículo se especifican, mediante códigos (alfanuméricos), en placas y en espacios troquelados sobre la carrocería.

De forma obligatoria, los vehículos deben incorporar los siguientes registros de información:

- La placa del constructor.
- El número de identificación del vehículo (VIN).

4.1.1. Placa del constructor

En esta placa se recogen algunas características y datos de identificación del vehículo. Según el constructor, estos datos pueden ser: información acerca del número VIN, código de homologación del vehículo, pesos máximos autorizados, códigos de color de la carrocería, acabados interiores, etcétera.

Figura 4.9. Placa del constructor.

Figura 4.10. Una de las ubicaciones habituales de la placa del constructor.

Esta placa suele estar remachada en un lugar de fácil acceso del compartimento delantero (hueco motor), sobre un componente que no se sustituya normalmente, como la torreta de la suspensión.

4.1.2. Número de identificación del vehículo (VIN)

Este es un número para la identificación internacional de los vehículos (*Vehicle Identification Number*, VIN). Mediante el mismo se identifica el vehículo, el fabricante, el modelo y la fecha de fabricación. Consiste en una serie de 17 caracteres alfanuméricos (letras y números, a excepción de las letras I, O, Q, Ñ) grabados en relieve o troquelados sobre una pieza estructural fácilmente visible. Los caracteres pueden aparecer en una o dos líneas sin espacios entre ellos.

Figura 4.11. Número VIN.

El número de identificación del vehículo está formado por tres grupos de caracteres que hacen referencia:

- Al constructor a nivel mundial (World Manufacturer Identification, WMI). Las 3 primeras cifras.

© Ediciones Paraninfo

- Al código de homologación del vehículo (Vehicle Denominator Section, VDS). Las 6 cifras siguientes.
- Al número de serie del vehículo (Vehicle Description Section, VIS). Las 8 últimas cifras.

Como ejemplo, a continuación se detalla la estructura de un número VIN.

EJEMPLO DE IDENTIFICACIÓN DEL VIN

VMI			VDS						VIS							
1	2	3	4	5	6	7	8	8	10	11	12	13	14	15	16	17
V	**F**	**3**	**2**	**A**	**W**	**J**	**Z**	**E**	**4**	**0**	**0**	**0**	**3**	**5**	**6**	**5**

VMI = Datos de fabricación del vehículo
1.er Código = Continente
2.º Código = País
3.er Código = Constructor

Nota: en la segunda columna las referencias parecen estar repetidas, sin embargo, corresponden a diferentes países.

1 Códigos de los continentes		2 Códigos del país (donde tiene la sede el constructor)	
S		**A a M**	**REINO UNIDO**
S	Códigos 1, 2, 3, 4 y 5, le corresponde a Estados Unidos.	**N a T**	**ALEMANIA**
T		**A a H**	**SUIZA**
T	Códigos 6 y 7, le corresponde a Oceanía.	**W a Z**	**PORTUGAL**
U		**N a T**	**IRLANDA**
V	Códigos 8, 9 y 10, le corresponde a Sudamérica.	**F a R**	**FRANCIA**
V		**S a W**	**ESPAÑA**
W	Códigos A a H, le corresponde a África.	**A a Z**	**ALEMANIA**
X		**F a K**	**GRECIA**
X	Códigos J a R, le corresponde a Asia.	**L a R**	**HOLANDA**
Y		**A a E**	**BÉLGICA**
Y	Códigos A a Z, le corresponde a Europa.	**F a K**	**FINLANDIA**
Z		**A a R**	**ITALIA**

3 Código del constructor
3 = PEUGEOT

VDS = Descripción del vehículo. Suele designar el modelo, el tipo de carrocería y la motorización.
En el caso de Peugeot, la descripción corresponde a:

4 Modelo de vehículo	5 Tipo de carrocería
1 = 106	**A** = Berlina bicuerpo 5P
2 = 206	**B** = Berlina 4P
3 = 309 → AM90	**C** = Berlina 3P
4 = 405 → AM93	**D** = Cabriolet
6 = 605	**E** = Break
7 = 306	**F** = Break 7 plazas
8 = 406	**H** = 3P Sport
9 = 607	**J** = 5P Sport
	S = Deriv. de utilitario 3P
	T = Deriv. de utilitario 5P

© Ediciones Paraninfo

6 Familia de motor	
A = XUD7	**N** = TU5
B = XU5	**P** = XUD11
C = TU9	**R** = XU10/DW10/EW10
D = XU9/XUD9	**S** = ZPJ 2975 CC
E = E1	**T** = DK5/DJ5
G = G1	**U** = ZPJ 2963 CC
H = TU1	**V** = TUD5
J = J2	**W** = DW8
K = TU3/TUD3	**X** = ES9J4
L = XU7	**Z** = SA13/11KW
Y = Y2	**3** = EW12
M = TU2	**4** = DW12

7 Tipo de alimentación		
Sin depolución		Con depolución
1	Carburador simple	**A**
2	Carburador doble	**B**
3	Carburador simple tasa reducida	**C**
4	Inyección monopunto	**D**
5	Carburador doble tasa reducida	**E**
6	Inyección multipunto 4 cilindros	**F**
6	Inyección multipunto 6 cilindros	**K**
7	Turbo inyección	**G**
8	Diésel turbo	**H**
9	Diésel atmosférico	**J**
0	Otros sistemas	**K**

8 Índice de evolución técnica
Relación de compresión, potencia motor, etc.

9 Transmisión y depolución				
	K	L	L3	L4
Sin caja de cambios	**0**	**Z**	**Z**	**Z**
C/C manual 4 V	**1**	**A**	**B**	**C**
C/C manual 4 V	**2**	**D**	**E**	**F**
C/C manual 4 V		**G**	**H**	**J**
C/C automática 3 V	**3**	**K**	**L**	**M**
C/C automática 3 V	**4**	**N**	**P**	**R**
4 × 4	**7**			
Caja de cambios especific.	**8**	**S**	**T**	**U**
Potencia administrativa especific.	**9**	**V**	**W**	**X**

VIS = Identificación del vehículo. La posición 10 corresponde al año de fabricación, la posición 11 corresponde a la factoría y las restantes completan el número de serie.

10	11	12	13	14	15	16	17
Número de serie del vehículo							

10 Código de año	
2001	1
2002	2
2003	3
2004	4
2005	5
2006	6
2007	7
2008	8
2009	9
2010	A

© Ediciones Paraninfo

Este ejemplo es solo orientativo de un fabricante y de una cierta gama de productos. En general, el código VDS varía en función del constructor. Asimismo, hay ciertos campos en estos códigos en que los constructores introducen caracteres de relleno (generalmente la letra Z o el número 0).

4.1.3. Otras placas de identificación

Placa de identificación de la pintura de la carrocería

La mayoría de fabricantes emplean otras placas para indicar el color original de la carrocería, paragolpes o accesorios como se muestra en las Figuras 4.12 y 4.13.

Figura 4.12. Placa de datos para la identificación de la pintura de un vehículo.

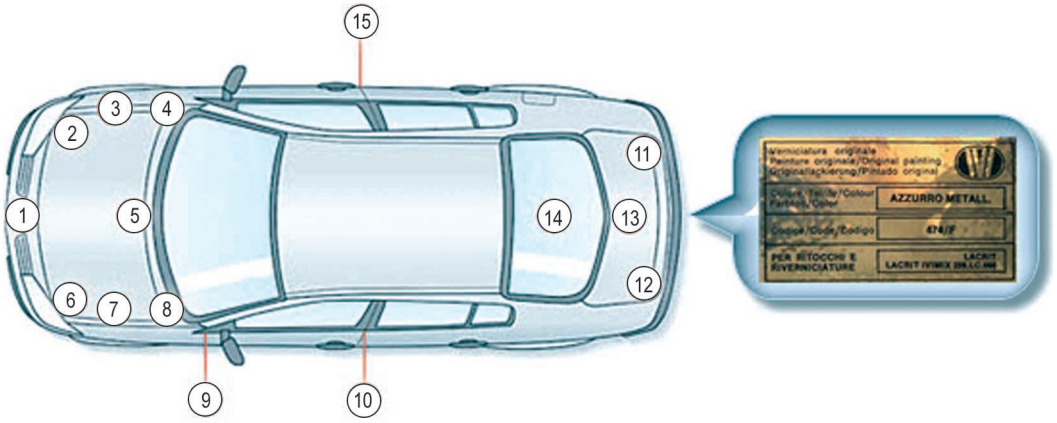


Figura 4.13. Ubicaciones más frecuentes de la placa de datos para la identificación de la pintura de un vehículo.

Número de motor

Además del número de bastidor, los automóviles disponen de la información que proporciona un número del motor grabado normalmente sobre una placa remachada en el bloque de cilindros.

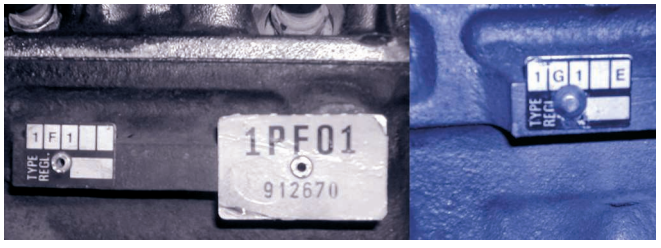


Figura 4.14. Placa de identificación del motor.

Esta placa contiene información (no normalizada) acerca de las características propias del motor: cilindrada, potencia, etcétera.

Para completar la identificación de los vehículos es necesario realizar una clasificación previa de los mismos. Para ello, los métodos más directamente relacionados con dicho estudio, y que se desarrollan a continuación, son:

- Según el tipo de carrocería:
- Según la distribución de espacios interiores.
- Según su forma.
- Según el tipo de estructura o método de construcción.

© Ediciones Paraninfo

4.2. Tipos de carrocerías

La carrocería se puede considerar como un conjunto de elementos integrados por una estructura interna, que aporta la robustez necesaria y un revestimiento externo, que cierra el conjunto y configura su estética. En su interior están acondicionados unos espacios para los pasajeros, el equipaje y los elementos mecánicos del vehículo, incluidos los de confort y seguridad.

Algunas de sus características, como la resistencia y el peso, dependen casi exclusivamente de las distintas configuraciones que la carrocería puede adoptar; de tal manera que, en función de las mismas, existen dos sistemas básicos de construcción:

- Chasis y carrocería desmontable.
- Carrocería autoportante.

4.2.1. Chasis y carrocería desmontable

Se trata de carrocerías que se montan sobre un chasis independiente, empleadas en los vehículos que deben soportar grandes esfuerzos o cargas. Básicamente, son los todoterreno y los industriales de transporte.

El chasis está compuesto por un soporte de gran resistencia denominado bastidor, sobre el que van montados el motor, la suspensión, las ruedas y los sistemas de dirección y de frenos.

El bastidor es una estructura de soporte constituida por un armazón de vigas o largueros de acero dispuestos a lo largo del vehículo, unidos mediante travesaños soldados, atornillados o remachados, dispuestos transversal o diagonalmente. Las diferentes disposiciones sirven para dar respuesta a distintas aplicaciones de cada modelo.

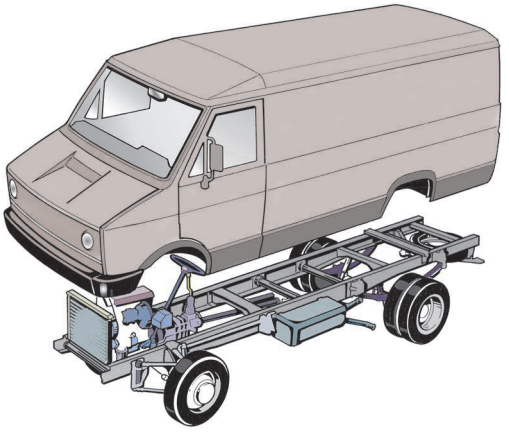


Figura 4.15. Sistema de chasis y carrocería desmontable.

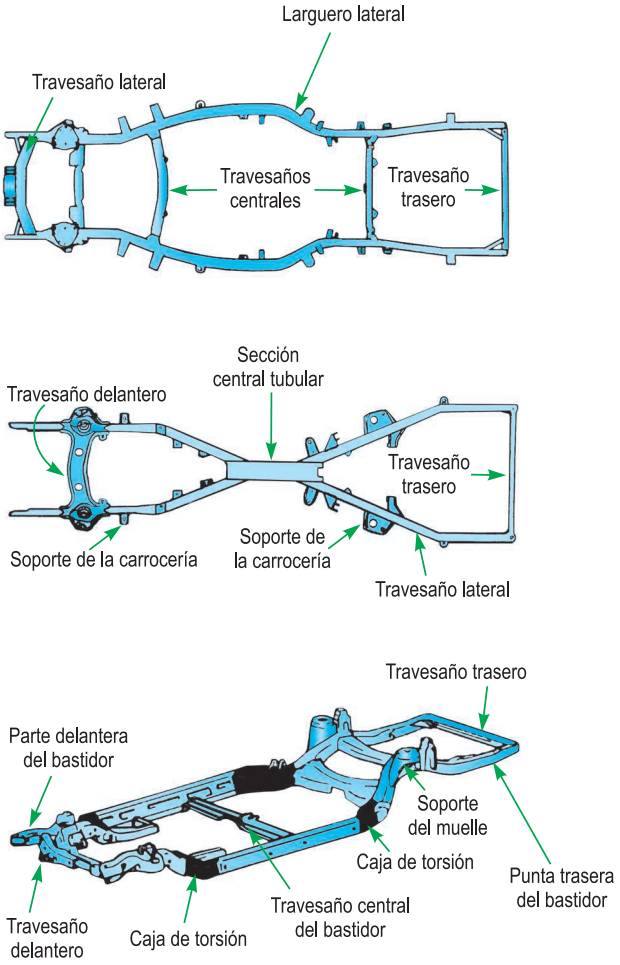


Figura 4.16. Diferentes configuraciones de los bastidores.

El soporte así formado posee una gran resistencia que lo hace idóneo para alojar todos los órganos mecánicos y soportar todos los esfuerzos mecánicos debidos al funcionamiento normal del vehículo como: empujes, flexiones o torsiones.

Sobre el bastidor del chasis se monta una carrocería aligerada, ya que sus misiones se reducen básicamente a tres: servir de cubierta general, configurar los espacios útiles (independientes, accesibles y funcionales) y asegurar la protección específica del habitáculo. Su fijación se realiza mediante tornillos.

Las principales ventajas que aporta este tipo de configuración son: su durabilidad y la capacidad para soportar grandes esfuerzos.

© Ediciones Paraninfo

4.2.2. Carrocería autoportante

Es una configuración constructiva más sencilla y compacta que la anterior, diseñada para vehículos que no necesitan ser sometidos a esfuerzos muy elevados, entre los que se encuentran la mayor parte de los turismos.

Las carrocerías autoportantes están formadas por una estructura convenientemente reforzada, capaz de albergar todos los espacios y elementos/conjuntos del vehículo sin emplear el soporte o bastidor (de ahí su denominación), asegurando la rigidez necesaria para soportar los esfuerzos producidos durante la marcha y por los esfuerzos mecánicos.

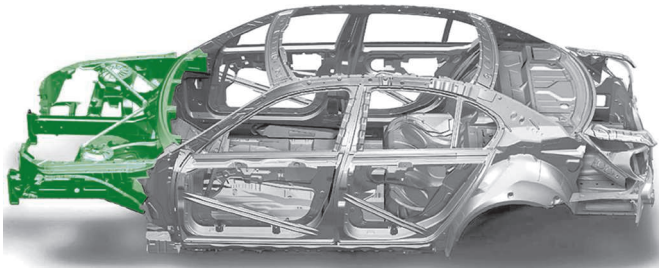


Figura 4.17. Carrocería autoportante.

Dicha configuración prevé la seguridad de los ocupantes mediante el diseño de una estructura metálica envolvente o célula de seguridad en torno al habitáculo de pasajeros; para lo cual sus piezas se construyen con unas estudiadas formas y espesores que aseguran un plan de deformación perimetral programado proyectado en la fase de diseño.

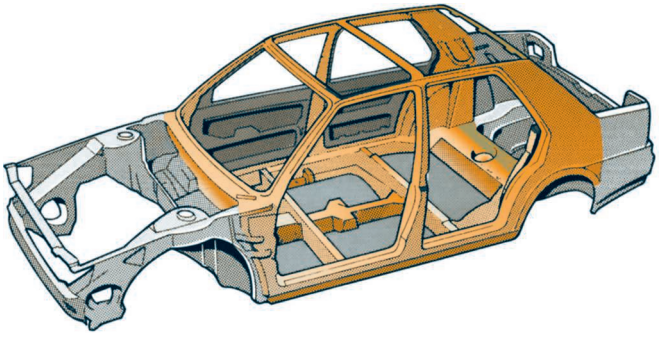


Figura 4.18. Célula de seguridad.

Las principales ventajas de este tipo de carrocerías son:

- Dotan al vehículo de una gran ligereza y rigidez.
- Tienen el centro de gravedad más bajo, por lo que mejoran la estabilidad de marcha del vehículo.
- Facilitan la fabricación en serie, lo que repercute en una mayor perfección en su fabricación.
- Son más económicas debido al alto grado de automatización que permite su fabricación.

Dentro de este grupo de carrocerías autoportantes se pueden incluir subgrupos, como son las carrocerías:

- Con plataforma-chasis.
- Con subchasis.
- Monocasco.
- Con piezas atornilladas.

Su evolución se debe a la mejora de los diseños y materiales empleados de cara a reforzar las mejoras citadas y la reparabilidad de la carrocería.

- **Carrocerías con plataforma-chasis:** son un paso intermedio en las que la plataforma portante está constituida por un chasis aligerado formado por la unión, mediante soldadura por puntos, de varias chapas, que forman una base fuerte y sirve a la vez de soporte de las partes mecánicas y posteriormente de la carrocería.

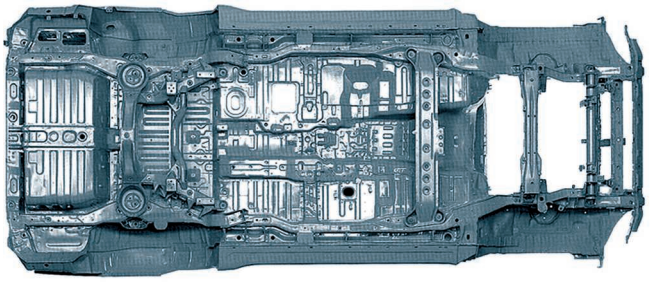


Figura 4.19. Plataforma portante formada por la soldadura de chapas.

- **Carrocerías con subchasis:** se trata de una variante que se monta en un pequeño bastidor, independiente de la carrocería, que se une al resto de la carrocería por medio de elementos elásticos o *silenblocks*, fijados mediante tornillos. Estos semichasis soportan distintos órganos mecánicos, como el grupo motopropulsor y la suspensión delantera, aumentando la rigidez dinámica del conjunto, la seguridad pasiva, y alargando la vida útil de algunos componentes; además, disminuyen ruidos, vibraciones y el tiempo necesario para las intervenciones en los conjuntos antes citados.

© Ediciones Paraninfo

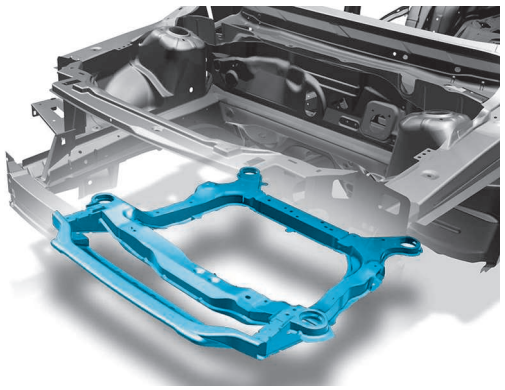


Figura 4.20. Subchasis.

- **Carrocerías monocasco:** son aquellas que llevan todas sus piezas soldadas, en las que las aletas y el frente también están soldados para mejorar la resistencia general del conjunto. Proporcionan algo más de resistencia al conjunto, pero dificultan muchas de las reparaciones consideradas «habituales».

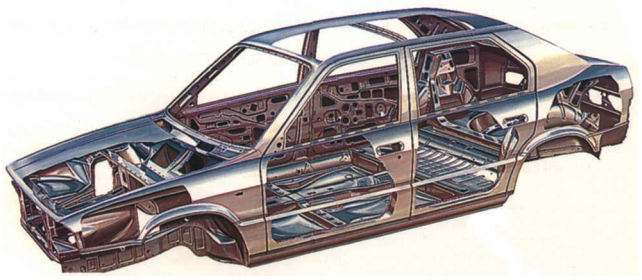


Figura 4.21. Carrocería monocasco.

- **Carrocerías con piezas atornilladas:** el diseño de este tipo de carrocerías permite que aquellas piezas que, por lo general, suelen sufrir golpes con más frecuencia, como las puertas, la tapa del maletero, el capó o las aletas delanteras, sean fácilmente reparadas o sustituidas.

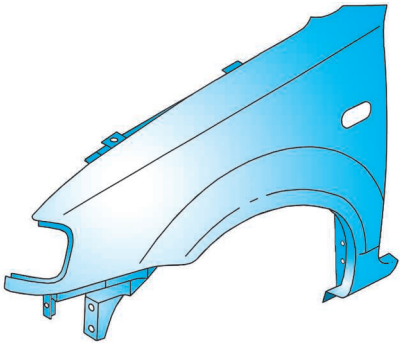


Figura 4.22. Aleta atornillada.

4.3. Tipos de vehículos según la distribución de espacios interiores

Por lo que respecta a la distribución de espacios, la carrocería puede considerarse como:

- De un volumen (monovolumen).
- De dos volúmenes.
- De tres volúmenes.

En esta clasificación, el número de volúmenes indica que en la estructura del vehículo existe uno, dos o tres compartimentos separados con la siguiente denominación:

- **Volumen delantero.** En él se suele ubicar el grupo motopropulsor, el mecanismo de la dirección, la suspensión delantera, etcétera.
- **Volumen central.** Se encuentra separado del volumen delantero por una chapa de cierre transversal (salpicadero). Conforma lo que suele definirse como el habitáculo de pasajeros.
- **Volumen trasero.** Se encuentra separado e independiente del volumen central. Se utiliza como espacio de almacenamiento (maletero), y como anclaje del conjunto de la suspensión trasera.

En las carrocerías tipo **monovolumen,** el compartimento donde se aloja el motor se introduce ligeramente dentro del habitáculo; la estructura no tiene una separación determinante entre ambos.

En los vehículos con dos y tres volúmenes sí existe tal separación (salpicadero); la diferencia entre ellos no

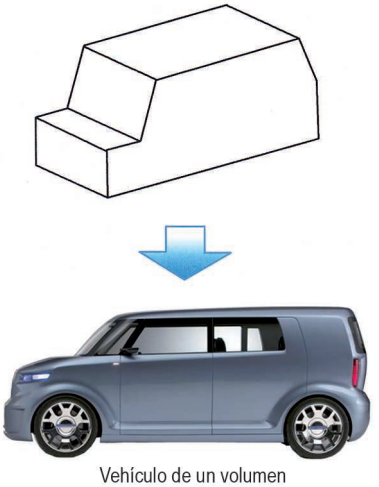
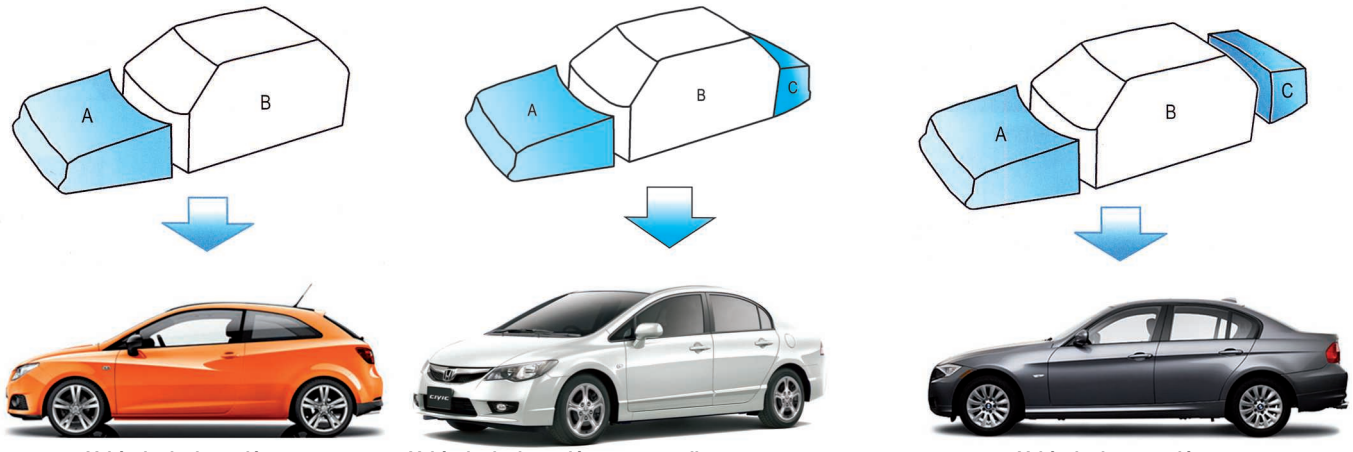


Figura 4.23. Vehículo tipo monovolumen.

© Ediciones Paraninfo



Vehículo de dos volúmenes
A Compartimento motor
B Compartimento de pasajeros

Vehículo de dos volúmenes y medio
A Volumen delantero.
B Volumen central.
C Compartimento maletero que forma parte del volumen central.

Vehículo de tres volúmenes
A Compartimento motor
B Compartimento de pasajeros
C Compartimento de equipaje

Figura 4.24. Clasificación de los vehículos en función de la distribución del espacio interior.

obedece tanto a la falta de «cola» (o tercer volumen) sino a la ausencia, en el caso de dos volúmenes, de una clara separación permanente entre el compartimento de pasajeros o habitáculo y el de equipajes o maletero.

4.4. Tipos de vehículos según su forma

A la hora de realizar una clasificación de los vehículos según su forma, uno de los principales inconvenientes radica en las diversas denominaciones que adopta un modelo dado según el constructor o país de origen. Las clasificaciones más usuales se basan en la forma de la carrocería, el número de puertas, la disposición y el número de asientos, la ubicación del grupo motopropulsor, los sistemas de tracción, etc. En general, los vehículos pueden clasificarse como:

- Turismos.
- Vehículos industriales.
- Vehículos especiales.

4.4.1. Turismos

Su finalidad es la de transportar pasajeros o pequeños volúmenes de carga. Los modelos más usuales son:

- **Berlina.** Con esta denominación se conoce al vehículo con carrocería cerrada, de dos, tres, cuatro o cinco puertas, y de cuatro a seis plazas. A estos vehículos se les conoce también por la denominación **sedán.** Puede tener dos o tres volúmenes. En el caso de incorporar una puerta trasera o portón, el maletero constituye una prolongación del habitáculo de pasajeros. A este tipo de vehículo se le denomina **compacto.**

En algunas ocasiones, se utiliza también la denominación **dos volúmenes y medio,** referida a los vehículos que siendo genéricamente de dos volúmenes, el compartimento maletero sobresale ligeramente en el perfil trasero.

Figura 4.25. Vehículo tipo «berlina».

Figura 4.26. Vehículo tipo «compacto».

© Ediciones Paraninfo

- **Cabriolet.** Este tipo de vehículo deriva de las berlinas (de vehículos de serie). Puede tener dos o cuatro puertas, cuenta con una capota que puede ser rígida (desmontable) o escamoteable (mecánica o eléctrica), construida normalmente de material sintético en el primer caso, y de lona o tela en el segundo. Dependiendo del diseño puede tener ventanilla trasera. La ausencia de techo y piezas asociadas (montantes, pilares, cimbras, etc.) hacen que los esfuerzos mecánicos deban ser soportados por un número menor de piezas, por lo que estas deben ser más resistentes. Dado que muchas de ellas son las mismas que se utilizan en carrocerías cerradas, es necesario reforzarlas con otras piezas suplementarias; lo que redunda en un aumento apreciable del peso. Otras denominaciones son: cabrio y descapotable.

Figura 4.27. Vehículo tipo «cabriolet».

- **Coupé.** Se trata de un vehículo con carrocería cerrada, de dos puertas, de línea muy estilizada con marcado carácter deportivo. También se le conoce como sedán coupé. También hay variedades en versión cabriolet.

Figura 4.28. Vehículo tipo «coupé».

Figura 4.29. Vehículo tipo «coupé-cabriolet».

- **Roadster.** Básicamente, es un vehículo descapotable, de dos puertas y dos plazas, que deriva del coupé, aunque de un aspecto mucho más deportivo (de hecho, en algunos casos, derivan de los vehículos «sport»). Presenta unas características constructivas similares a los vehículos cabriolet, aunque con niveles más elevados de prestaciones, equipamiento, seguridad y confort.

Figura 4.30. Vehículo tipo «roadster».

- **Spider.** Al igual que el «roadster», este vehículo deriva del coupé. Presenta la misma estructura, aunque de un tamaño más reducido. Suele disponer de una configuración con líneas laterales sinuosas, trasera compacta y cortos voladizos. Los niveles de equipamiento, confort y seguridad, son similares; siendo, habitualmente, de menor motorización. En muchas ocasiones, un mismo vehículo se denomina indistintamente como «spider» o «roasdter».

Figura 4.31. Vehículo tipo «spider».

- **Sport (superdeportivo).** Es el vehículo deportivo por excelencia. Equipa grandes motorizaciones y un sofisticado equipamiento, que le proporcionan prestaciones similares a los vehículos de competición. Suele fabricarse en pequeñas series, y su diseño normalmente se debe a «estilistas» de reconocido prestigio.

Figura 4.32. Vehículo tipo «sport (superdeportivo)».

© Ediciones Paraninfo

- **Familiar.** Normalmente consta de cinco puertas, seis cristales laterales y un número de plazas que oscila entre cinco y ocho. Dispone de un techo que se extiende en toda la longitud del habitáculo y maletero, generando un maletero muy voluminoso en la parte trasera (el dato que determina la capacidad de un maletero es su volumen en litros). La apertura de la puerta trasera se realiza de diversas maneras en función del tipo de vehículo. Se le conoce también por *break*, *station wagon*, ranchera, etcétera.

Figura 4.33. **Vehículo tipo «familiar».**

- **Todoterreno.** Es un vehículo de apariencia robusta, sustentado normalmente sobre un chasis o una plataforma, con carrocería cerrada aunque también existen modelos descapotables. Los hay en versión «corta» de cuatro o cinco plazas prácticamente sin maletero, y «larga» para cinco plazas y un voluminoso maletero que puede ampliar a ocho el número de ocupantes. El diseño de estos vehículos está íntimamente ligado a su función principal de circular por terrenos accidentados donde es prioritario disponer de potencia elevada, carrocería resistente, tracción total, etc., en detrimento del confort, aunque las últimas tendencias constructivas conjugan con notable éxito ambos conceptos.

Figura 4.34. **Vehículo tipo «todoterreno».**

En la actualidad existe un nuevo tipo de vehículo denominado **todocamino,** que viene a ser la acepción española de **SUV** (*Sport Utility Vehicle*). Este vehículo reúne características de los vehículos «convencionales» y de los «todoterreno», y su uso está ideado para desplazarse por caminos asfaltados o por zonas sin asfaltar de una complejidad muy pequeña y en condiciones climatológicas no muy adversas (nieve o hielo).

Aunque suele tener apariencia de todoterreno y alguna de sus características, como la suspensión algo más alta, presenta notables diferencias como: dispone de carrocería monocasco, no tiene caja reductora, no suele tener tracción integral, es menos contaminante y habitualmente presenta unos niveles más altos de confort. A la variedad con más apariencia de berlina, se le denomina *crossover*.

Figura 4.35. **Vehículo tipo «todocamino».**

- **Pick-up.** Es, básicamente, una mezcla de vehículo de transporte de pasajeros y de carga (camioneta). Puede derivar de una berlina o un vehículo todoterreno. Consta de una cabina cerrada simple, de dos o tres plazas, o doble, de cinco plazas, y un espacio para carga abierto o cerrado con capota desmontable rígida o de lona.

Figura 4.36. **Vehículo tipo «pick-up».**

- **Monovolumen.** Bajo la denominación genérica de «monovolumen», se engloban una serie de vehículos con un puesto de conducción elevado, y que en la mayoría de los casos, su espacio interior se puede transformar en un amplio volumen de almacena-

© Ediciones Paraninfo

miento (superior a los 1000 cm^3). Estos vehículos incorporan un elevado nivel de confort (similar a los vehículos de alta gama), y una gran polivalencia funcional debido al sistema modular de asientos, que permite su extracción o cambio de orientación. Cuando el vehículo monovolumen es de menor tamaño, se le denomina «monovolumen compacto».

Figura 4.37. Vehículo tipo «monovolumen».

- Los vehículos típicamente **urbanos,** disponen de unas características constructivas que los hacen especialmente aptos para desenvolverse con soltura por el tráfico urbano. Sus características fundamentales se basan en su reducido tamaño (con tres o cinco puertas), consumo moderado, y precio asequible; todo ello, sin renunciar a unos aceptables niveles de seguridad, equipamiento y confort.

Figura 4.38. Vehículo tipo «urbano».

- Recientemente se ha incorporado al mercado una nueva categoría de vehículos denominados **cuatriciclos.** Estos vehículos disponen de unas motorizaciones muy limitadas, ya que su velocidad máxima se encuentra restringida (45 km/h en algunos casos) por el hecho de no ser necesario permiso de conducción alguno (en los cuatriciclos de 15 CV se necesita el permiso A1). Constructivamente son vehículos de reducido peso y dimensiones, que integran una gran cantidad de materiales plásticos en su carrocería.

Figura 4.39. Vehículos tipo «cuatriciclos».

4.4.2. Vehículos industriales

Como su nombre indica, su finalidad está relacionada con la actividad industrial, y más concretamente, con el transporte de mercancías o colectivo de pasajeros. En general, son vehículos robustos, sustentados sobre bastidores. Algunas de las denominaciones más habituales son:

- **Vehículo industrial ligero.** Este tipo de vehículo es una mezcla de berlina (plazas delanteras) y pequeño furgón (plazas traseras/volumen posterior). Suele tener el techo sobreelevado y el armazón del piso reforzado. El acceso a las plazas traseras se realiza a través de las puertas delanteras; para la zona de carga, dispone de una o dos puertas posteriores.

Figura 4.40. Vehículo industrial tipo «ligero».

- **Furgón.** Es un vehículo de carga de carácter ligero, con carrocería cerrada que se sustenta en un chasis o en una plataforma, según el caso. Suele disponer de

Figura 4.41. Vehículo industrial tipo «furgón».

© Ediciones Paraninfo

dos o tres plazas, y puede adoptar diferentes configuraciones en función del volumen de carga útil.

- **Combi.** Los combi son vehículos que derivan directamente de los furgones de transporte de mercancías. Tienen una carrocería cerrada totalmente acristalada cuyos asientos (entre cinco y nueve), se pueden desmontar fácilmente para aumentar el espacio de carga disponible. Las principales diferencias con los vehículos «monovolumen», radican en la base de sustentación (plataforma o chasis, frente a carrocería autoportante) y en los niveles de equipamiento y confort.

Figura 4.42. Vehículo industrial tipo «furgón-combi».

- **Plataforma-Cabina.** Es un vehículo que deriva asimismo del furgón y cuya configuración dispone de la plataforma de sustentación y de la cabina (abierta) para adaptar el cerramiento más adecuado a la zona de carga: isotermo, caja, etcétera.

Figura 4.43. Vehículo industrial tipo «furgón plataforma-cabina».

- **Chasis-cabina mediano.** Esta categoría corresponde a los vehículos industriales de carga medianos. En este caso, en vez de plataforma, la base de sustentación del vehículo está formada por un chasis sobre el que se monta la cabina avanzada. En la zona de carga se pueden montar diferentes configuraciones de carrocerías: caja abierta, caja cerrada, grúa portacoches, etcétera.

Figura 4.44. Vehículo industrial tipo «chasis-cabina mediano».

- **Chasis-cabina pesado.** Pertenece a los vehículos industriales pesados. La configuración de este vehículo está formada por un robusto chasis (largueros longitudinales unidos por traviesas) que sustenta a todos los órganos mecánicos y a la cabina avanzada (sencilla o doble). En función de la estructura del chasis, potencia del motor y capacidad de carga, el vehículo puede tener dos, tres o cuatro ejes. Sobre el chasis puede montarse una extensa gama de carrocerías de carga.

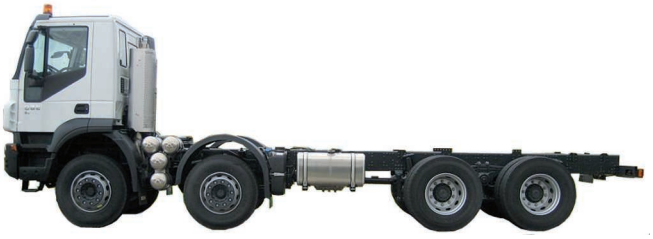


Figura 4.45. Vehículo industrial pesado tipo «chasis-cabina».

- **Cabeza tractora.** Al igual que el anterior, esta estructura corresponde a un vehículo de categoría pesada, construido con un robusto chasis que sustenta a todos los órganos mecánicos y a la cabina. La principal diferencia estriba en que el chasis no es un elemento de carga, sino que dispone de un mecanismo (quinta rueda) para el arrastre de plataformas rodantes: caja cerrada, caja abierta, cisternas, portacoches, etcétera.

Figura 4.46. Vehículo industrial pesado tipo «cabeza tractora».

© Ediciones Paraninfo

- **Autobús.** Es un vehículo concebido para el transporte de pasajeros. Consiste en un chasis de largueros longitudinales muy robusto, que soporta todos los elementos mecánicos y el puesto de conducción (sin cerramiento). Posteriormente se le incorpora la carrocería y los asientos de pasajeros.

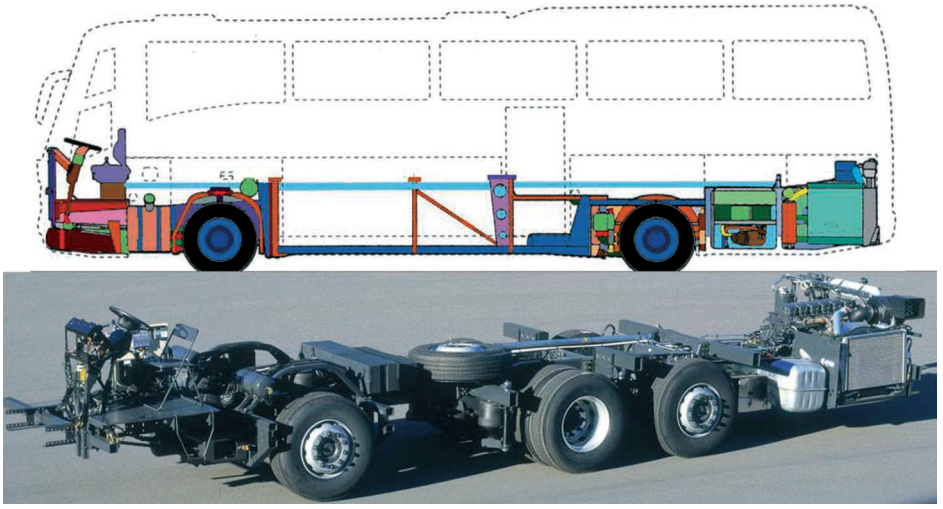


Figura 4.47. Vehículo industrial tipo «autobús».

4.4.3. Vehículos especiales

A este grupo pertenecen todos aquellos vehículos que por su finalidad, construcción, o transformaciones, no se pueden encuadrar específicamente en los grupos anteriores. Como ejemplo, pueden citarse los siguientes:

- **Vehículos de competición (monoplazas de carreras F-1, ralies, etc.).**

Figura 4.48. Vehículos de competición.

- **Vehículos agrícolas.**

Figura 4.49. Vehículos agrícolas: tractor y cosechadora.

© Ediciones Paraninfo

- **Vehículos de obras públicas.**

Figura 4.50. Vehículos de obras públicas: retroexcavadora y motoniveladora.

- **Vehículos para servicios civiles (ambulancias, bomberos, etc.).**

Figura 4.51. Vehículos para usos civiles: ambulancia, contraincendios.

- **Vehículos de recreo.**

Figura 4.52. Vehículo para ocio y recreo: autocaravana.

- **Vehículos para usos militares.**

Figura 4.53. Vehículo para usos militares.

4.5. Elementos que constituyen una carrocería

Cuando se ha de llevar a cabo cualquier intervención sobre la carrocería, resulta imprescindible conocer la denominación correcta de las piezas que están involucradas en el proceso; bien para realizar pedidos de sustitución, o bien para facilitar la comprensión y el seguimiento de los manuales técnicos de reparación. Este conocimiento se ve dificultado por varias causas:

- Todos los vehículos no tienen el mismo número de piezas.
- Las mismas piezas adoptan diferentes denominaciones en función del constructor.
- Una misma pieza puede ser un elemento simple o formar parte de un conjunto según el caso.

© Ediciones Paraninfo

Se trata, en definitiva, de utilizar la terminología técnica de uso más extendido, tomando como ejemplo un modelo de carrocería generalizado.

A nivel general, la carrocería está formada por dos conjuntos importantes:

- Subestructura (basamento).
- Superestructura (habitáculo).

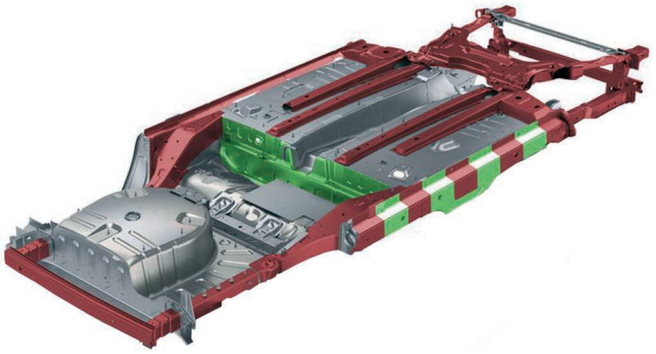
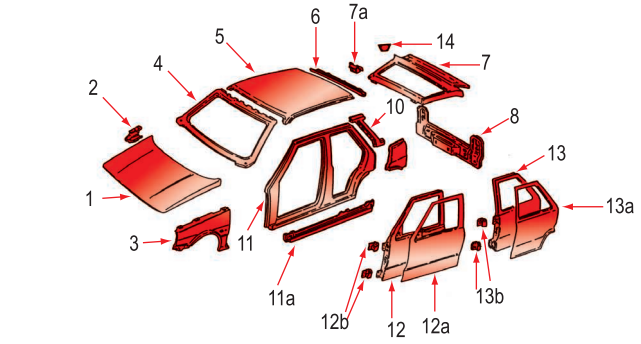


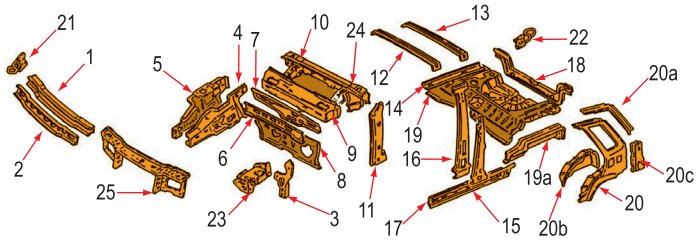
Figura 4.54. Vista inferior de la subestructura (basamento).

Figura 4.55. Superestructura (habitáculo).

Tal y como muestra el despiece de la carrocería de la Figura 4.56, el número de piezas que pueden ir ensambladas puede ser muy elevado.

Para facilitar el conocimiento de las mismas y su ubicación habitual, podemos establecer cuatro conjuntos estructurales: paneles exteriores, armazón delantero, armazón central y trasero, y armazón del piso.





Elementos exteriores de la carrocería

1. Capó delantero; 2. Bisagra del capó; 3. Aleta delantera; 4. Marco de luna; 5. Techo; 6. Refuerzo posterior del techo; 7. Portón trasero; 8. Faldón; 9. Aleta trasera; 10. Marco de luna custodia; 11. Lateral completo; 12. Puerta delantera; 12a. Panel de puerta delantera; 12b. Bisagras de puerta delantera; 13. Puerta trasera; 13a. Panel de puerta trasera; 13b. Bisagras de puerta trasera; 14. Tapa del depósito de combustible.

Elementos interiores de la carrocería

1. Traviesa inferior delantera; 2. Cierre de traviesa inferior delantera; 3. Soporte de sujeción del paragolpes; 4. Larguero delantero; 5. Cierre del larguero delantero; 6. Traviesa del salpicadero; 7. Refuerzo del salpicadero; 8. Panel frontal del salpicadero; 9. Salpicadero superior; 10. Traviesa de sujeción del cuadro de mandos; 11. Refuerzo del montante delantero; 12. Traviesa anterior del techo; 13. Traviesa central del techo; 14. Refuerzo lateral del techo; 15. Refuerzo del montante central; 16. Cierre del montante central; 17. Cierre del estribo; 18. Refuerzo del faldón; 19. Piso maletero con largueros traseros; 19a. Larguero trasero; 20. Cierre de aleta trasera; 20a. Refuerzo de custodia; 20b. Pase de rueda trasero; 20c. Refuerzo posterior de cierre de aleta; 21. Soporte delantero de remolque; 22. Soporte trasero de remolque; 23. Soporte de batería; 24. Refuerzo del salpicadero; 25. Frente delantero.

Figura 4.56. Despiece de una carrocería con su denominación habitual.

© Ediciones Paraninfo

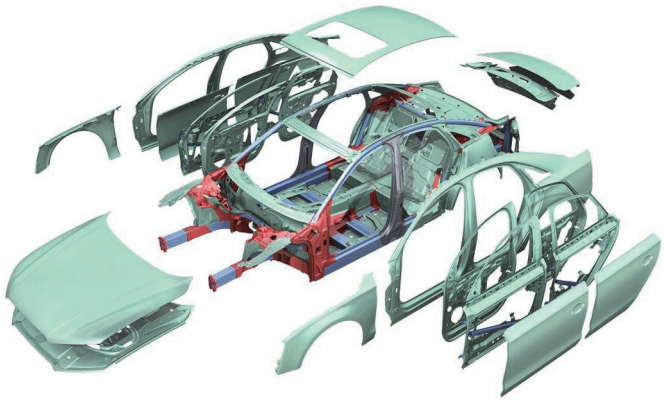


Figura 4.57. Elementos exteriores.

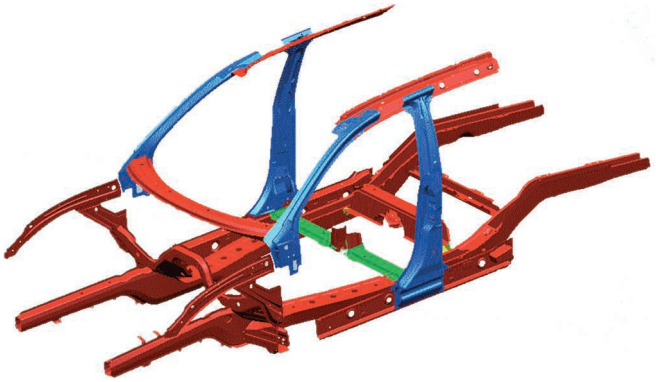


Figura 4.58. Elementos de la estructura de la carrocería: largueros, traviesas, pilares, etcétera.

4.5.1. Paneles exteriores

Este conjunto está formado por todos los revestimientos exteriores, que determinan el aspecto estético del vehículo.

- **Puertas.** Son elementos que cierran el habitáculo de la carrocería, aportándole rigidez. Están formadas por un bastidor sobre el que se fija un revestimiento exterior. En materia de seguridad pasiva, incorporan una serie de refuerzos para evitar la intrusión de las mismas contra los pasajeros.

Figura 4.59. Puerta y guarnecido.

- **Aletas.** Son piezas de cerramiento lateral del vano motor (delanteras) o maletero (traseras). En algunos casos, las aletas traseras llegan hasta el techo, siendo por tanto, revestimientos exteriores de los montantes traseros.

Figura 4.60. Aletas, delantera y trasera.

- **Frente delantero.** Este elemento consiste en una pieza transversal, que refuerza y une entre sí a las aletas delanteras. Dispone de una serie de huecos para permitir el paso de aire al vano motor.

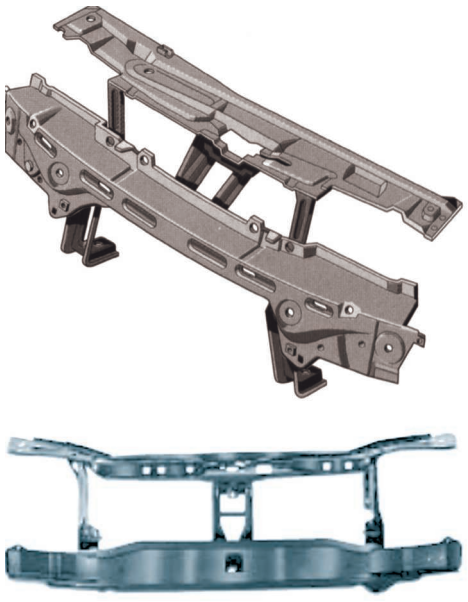


Figura 4.61. Frente delantero.

- **Capó.** Forma el cerramiento superior o tapa del vano motor y dispone de una estructura especial para conseguir un plegamiento predeterminado en caso de impacto, de tal manera que su deformación no afecte al habitáculo de pasajeros.
- **Techo.** Es una pieza de gran superficie que se apoya en los montantes de la caja y sobre los marcos del parabrisas y de la luna trasera, proporcionando

© Ediciones Paraninfo

una gran rigidez al habitáculo. Puede ser cerrado, con una abertura practicable o panorámico.

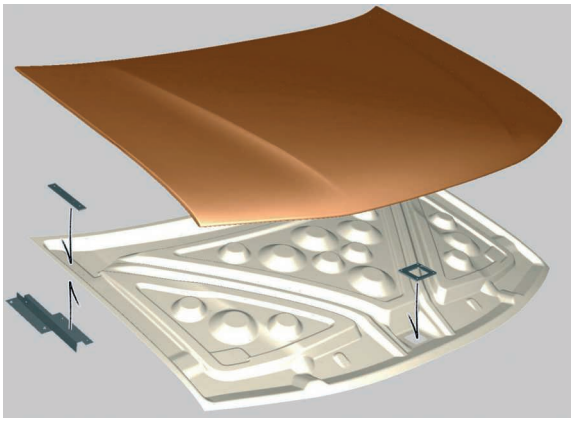


Figura 4.62. Capó.

Figura 4.63. Techo.

- **Panel trasero.** Es el revestimiento transversal que forma la parte trasera de la carrocería, y une entre sí las aletas y el armazón trasero.

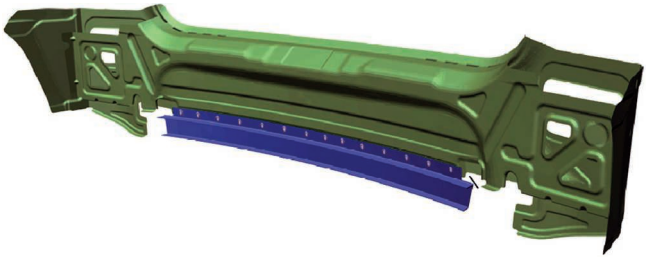


Figura 4.64. Panel trasero.

- **Portón trasero o tapa de maletero.** Al igual que el capó, forma el cerramiento del maletero; dispone, asimismo, de una estructura similar.

Figura 4.65. Tapa del maletero.

- **Luna delantera.** Aunque no es una pieza metálica, puede considerarse como pieza de la carrocería. Se trata de una pieza fabricada con vidrio laminado para evitar su rotura en pequeños trozos. El hecho de ir unida a la carrocería mediante adhesivos estructurales, hace que aporte a la misma un grado de rigidez importante.

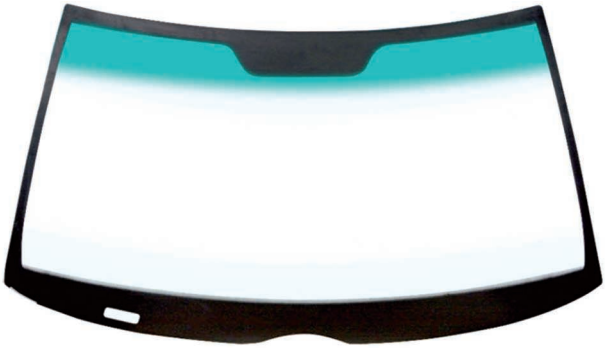


Figura 4.66. Luna parabrisas.

4.5.2. Armazón delantero

Las piezas que se integran dentro de este conjunto están muy reforzadas, ya que sustentan a un gran número de órganos mecánicos y eléctricos: motor, caja de cambios, suspensiones, dirección, refrigeración, batería, faros, etc. Está constituido por:

- **Largueros.** Son elementos longitudinales muy robustos. Los delanteros, habitualmente, sirven de sustentación al grupo motopropulsor, aportando gran rigidez al vano motor.
- **Revestimiento inferior del parabrisas.** Su función es dar rigidez a la parte baja del revestimiento frontal del parabrisas. Dispone de unos conductos de circulación del aire para la alimentación del sistema de climatización del vehículo.

© Ediciones Paraninfo

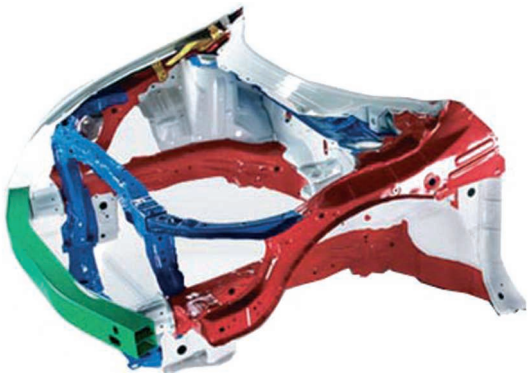


Figura 4.67. Armazón delantero.

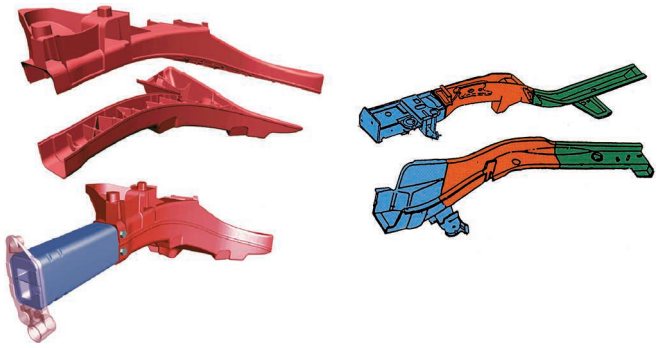


Figura 4.68. Largueros.

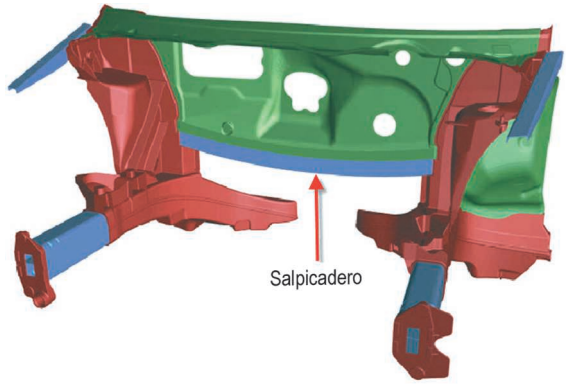


Figura 4.69. Salpicadero.

- **Salpicadero.** Constituye el cerramiento de la parte delantera del habitáculo, que lo separa del vano motor. También se le denomina tablero.
- **Pase de ruedas delantero.** Son piezas que se utilizan como cerramiento de la zona prevista para el libre movimiento de las ruedas y el desplazamiento del conjunto de la suspensión. En muchos casos sirven de fijación del conjunto de la suspensión, por lo que su diseño y robustez son proporcionales a las elevadas solicitaciones que genera este conjunto.

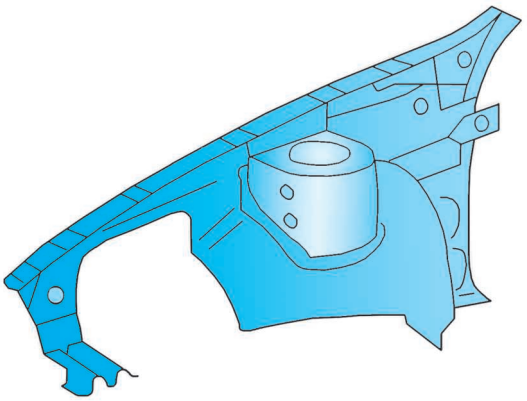


Figura 4.70. Pase de ruedas delantero interior.

4.5.3. Armazón central y trasero

Entre las piezas que constituyen estos conjuntos, la unión del piso con la estructura que encierra el habitáculo (formada por los pilares, montantes laterales, montantes de techo, cimbra, etc.) forma un armazón que define la configuración del habitáculo proporcionando una rigidez total; además, en caso de accidente garantiza una célula mínimamente deformable que protege a los ocupantes. Los elementos más importantes de estos conjuntos son:

- **Largueros.** Son piezas longitudinales de chapa conformada en forma de viga que constituyen la base del soporte lateral de la caja. También se les da esta denominación a las piezas de refuerzo longitudinal del techo (largueros de techo) que unen los pilares delanteros con los montantes traseros.

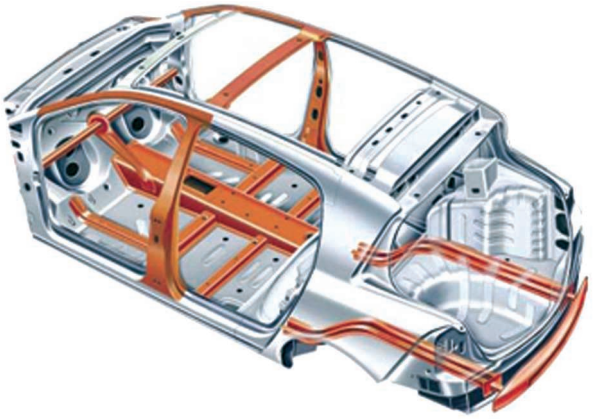


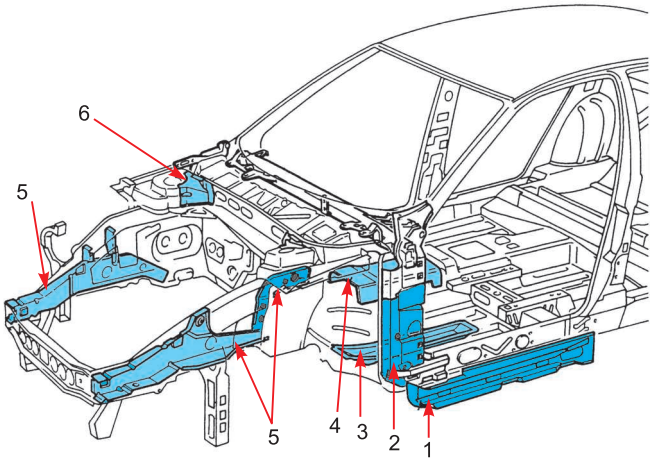
Figura 4.71. Armazón central y trasero.

- **Traviesas.** Se denominan así a todos los elementos transversales en forma de viga de refuerzo, que se utilizan para aumentar la rigidez de los largueros (tanto los laterales de la caja como los de techo).

© Ediciones Paraninfo

Figura 4.72. **Largueros y traviesas de techo.**

- **Refuerzos.** Son piezas de pequeño tamaño que sirven de refuerzo a otras con mayor importancia estructural.



1. Refuerzo de larguero.
2. Refuerzo en los montantes.
3. Refuerzo bajo el piso.
4. Refuerzo del soporte de la palanca de cambios.
5. Refuerzos en las barras.
6. Refuerzos de unión en los montantes.

Figura 4.73. **Refuerzos.**

- **Montantes (laterales y de techo).** Son piezas verticales que se unen a los pilares formando cuerpo con ellos. En algunos casos, forman una sola pieza con los pilares.
- **Pilares.** Son piezas muy robustas, que junto a los montantes, constituyen la estructura básica que le da rigidez al habitáculo.
- **Cimbras.** Con esta denominación se conoce a las piezas que forman la prolongación superior de los pilares, formando un arco que pasa por debajo del techo, y que aumenta la protección en caso de vuelco.
- **Estribos.** Son piezas muy reforzadas que constituyen la base de apoyo de los pilares, en la parte baja de la caja. Habitualmente, va fijada mediante soldadura a los laterales de la caja.

Figura 4.74. **Montantes y pilares.**

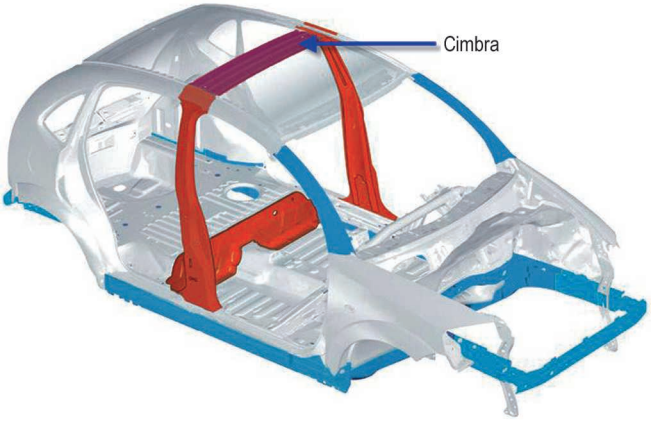


Figura 4.75. **Arco de protección del techo.**

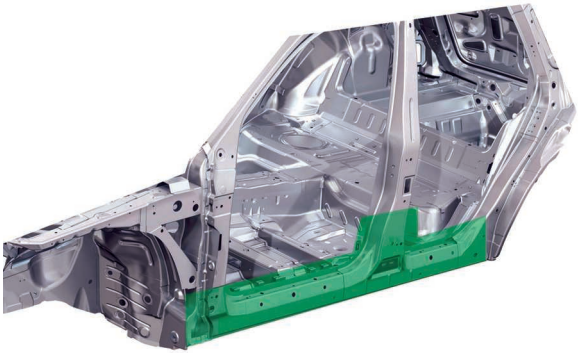


Figura 4.76. **Estribo bajo puerta.**

- **Bandejas.** Son paneles transversales de sujeción, que además de sustentar a algunos elementos de la carrocería, mejoran la resistencia estructural.

© Ediciones Paraninfo

Figura 4.77. **Bandeja.**

- **Pases de ruedas traseros.** Al igual que los pases de rueda delanteros, su configuración permite el emplazamiento de las ruedas traseras y el desplazamiento del conjunto de la suspensión. Suele estar formado por dos piezas soldadas: pase de ruedas exterior (a) y pase de ruedas interior (b).

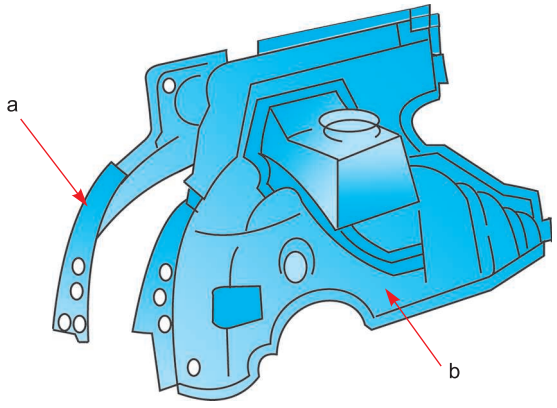


Figura 4.78. **Pase de ruedas trasero.**

4.5.4. Armazón del piso

El armazón del piso es la parte que constituye el suelo del vehículo, y lo forman un conjunto de planchas soldadas a los largueros y traviesas. Es la pieza que une el armazón delantero con el armazón trasero. Está dividido en dos partes (Figura 4.79): piso del habitáculo (1) y piso del maletero (2).

- **Piso del habitáculo.** Este piso o suelo es una de las partes estructurales más importantes. Está formado por chapas de acero que, una vez embutidas con formas especiales y soldadas entre sí, forman una serie de cajeados o nervaduras que proporcionan una elevada rigidez a toda la plataforma. Las planchas del piso son paneles muy estudiados para conseguir el máximo de rigidez y resistencia a la flexión y torsión en toda la carrocería; además de optimizar el aprovechamiento del espacio disponible.

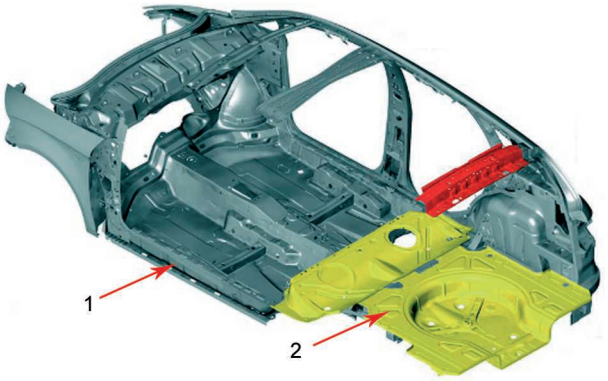


Figura 4.79. **Piso del habitáculo y del maletero.**

- **Piso trasero o posterior.** Suele estar formado por:
  - Piso del maletero. Con una estructura similar al anterior.
  - Largueros posteriores.
  - Traviesas unidas al panel trasero.

Figura 4.80. **Piso del habitáculo.**

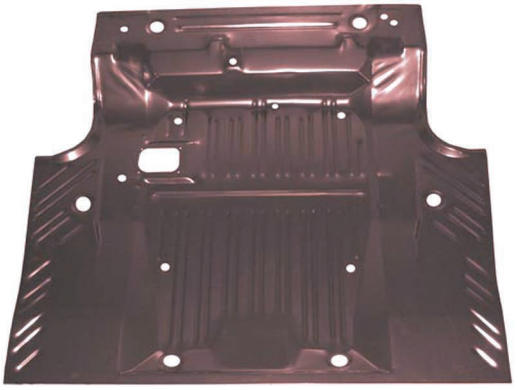


Figura 4.81. **Piso posterior.**

© Ediciones Paraninfo

ACTIVIDADES FINALES

Identificación de sistemas de carrocería y sus componentes

CUESTIONES

4.1. Completa la denominación de la información que contiene la placa de identificación del vehículo. ¿Dónde suele ir localizada?

4.2. Indica qué información aporta el número VIN de un vehículo a nivel general.

WMI			VDS						VIS							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
V	F	3	2	A	W	J	Z	E	4	0	0	0	3	5	6	5

4.3. ¿Un vehículo «cabriolet» y un «coupé» descapotable pueden en algún caso ser lo mismo? Razona la respuesta.

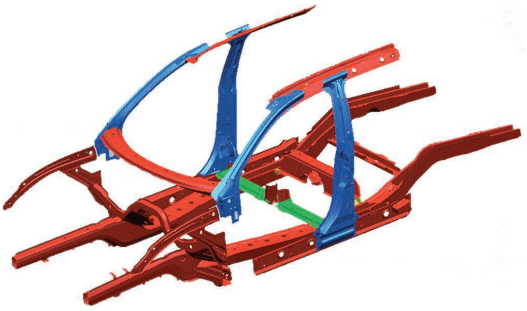
4.4. Indica las características diferenciales más notables de los vehículos denominados «todocamino».

4.5. ¿A qué se le denomina basamento de una carrocería?

4.6. ¿Los elementos externos de la carrocería son siempre elementos amovibles? Razona la respuesta.

4.7. ¿Las aletas delanteras son elementos fijos o elementos amovibles? ¿Y las traseras? Razona las respuestas.

4.8. Identifica los elementos de la siguiente figura:



4.9. ¿Qué son y qué función tienen los denominados «pases de rueda»?

4.10. Enumera los elementos amovibles que suelen formar parte de la carrocería de un vehículo.

4.11. Enumera los puntos o las particularidades con los que se identifica correctamente un vehículo.

4.12. Nombra los tres grupos de caracteres que componen el número VIN.

4.13. Nombra los cuatro subgrupos de carrocerías autoportantes.

© Ediciones Paraninfo

4.14. ¿Qué grupo de piezas de la carrocería se denominan «estructurales»? Indica al menos dos.

4.15. Enumera las piezas o los paneles exteriores de una carrocería.

4.16. Enumera las piezas del armazón delantero.

4.17. Enumera las piezas del armazón central y trasero.

4.18. ¿Qué dos planchas constituyen el armazón del piso?

© Ediciones Paraninfo

ACTIVIDADES FINALES

Identificación de sistemas de carrocería y sus componentes

ACTIVIDADES PROPUESTAS

4.1. Confecciona una relación de vehículos de diferentes marcas, en la que aparezcan todas las denominaciones habituales de las diferentes modalidades en las que se pueden clasificar los vehículos. Para ello, puedes utilizar como ayuda la información que suelen proporcionar los departamentos de ventas de los diferentes fabricantes, o bien realiza la búsqueda a través de Internet.

4.2. Localiza en un vehículo determinado todas las placas que el fabricante utiliza para aportar información acerca de las características y especificaciones del mismo.

4.3. Descifra la placa de identificación y el número de bastidor, de un vehículo determinado, utilizando la información técnica adecuada.

4.4. Tomando como referencia un vehículo de prácticas, que presente una carrocería lo más desnuda posible, identifica (determinando su forma y contorno), todas las piezas que la forman. Puedes utilizar como guía el manual técnico donde aparezca su despiece.

4.5. Sobre la carrocería anterior, identifica todas las piezas amovibles de la misma.

© Ediciones Paraninfo

Uniones desmontables (amovibles)

5

CONTENIDOS

5.1. Uniones atornilladas
5.2. Uniones remachadas
5.3. Uniones articuladas
5.4. Uniones realizadas con otros elementos de sujeción
5.5. Uniones pegadas (no estructurales)
5.6. Otros sistemas de unión

OBJETIVOS

- Conocer las características más importantes de los diferentes sistemas de unión utilizados en los ensamblajes de elementos y conjuntos del vehículo.
- Saber cuáles son las características constructivas más importantes de los elementos que conforman los diferentes sistemas de unión.
- Determinar el método de unión más adecuado para la realización de cualquier tipo de ensamblaje.
- Analizar de forma adecuada las posibles causas que pueden provocar la rotura de un ensamblaje determinado.
- Determinar el método de desmontaje más apropiado para cada tipo de ensamblaje.
- Conocer las precauciones y normas de seguridad e higiene, a tener en cuenta en las intervenciones a realizar sobre los diferentes tipos de unión.

Introducción

El automóvil está formado por un elevado número de piezas y conjuntos que deben interactuar entre ellos manteniendo sus posiciones relativas, se necesita mantener una unión entre ellos, y puesto que cada parte realiza una función determinada, también requiere un tipo de unión diferente.

Los diferentes sistemas de unión o ensamblaje son uno de los factores que más decisivamente influyen en el desarrollo de los procesos de reparación y más específicamente, en los tiempos de intervención.

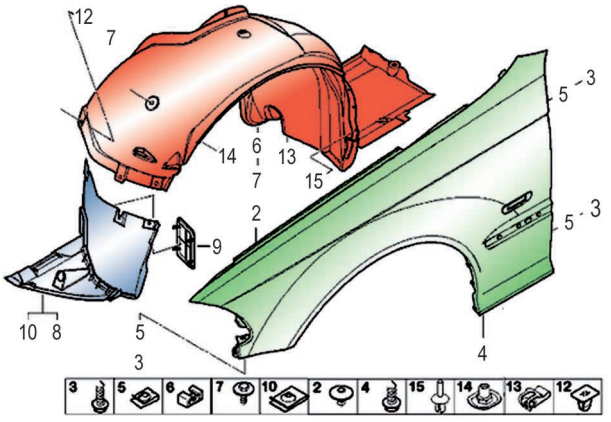


Figura 5.1. Uniones amovibles.

A la hora de establecer el sistema de unión más idóneo, es necesario realizar una serie de consideraciones previas. Entre ellas, cabe destacar:

- El grado de accesibilidad de la pieza.
- La frecuencia de sustitución.
- Su contribución en materia de resistencia estructural.
- Las características de los materiales que se van a unir o ensamblar.

De cara a la reparación, los sistemas de unión empleados en la fabricación de carrocerías se clasifican en dos grandes grupos, diferenciados por el daño estructural que sufren las piezas como consecuencia del desmontaje y montaje. Estos grupos son:

- **Uniones fijas.** Son las fijaciones realizadas por soldadura o adhesivos estructurales, en las que se requiere cortar las piezas para su desmontaje y sobrecalentarlas en su nuevo ensamblado.

  Se debe tener en cuenta que, si bien cualquier intervención sobre ellas es más laboriosa y presenta mayores dificultades, su empleo es necesario para dotar al vehículo de la resistencia necesaria.
- **Uniones amovibles o desmontables.** Se entienden como tales aquellas que se pueden desmontar y montar sin dañar las piezas fijadas, o al menos sin dañar la pieza que no se sustituye.

  Se emplean para unir piezas que no comprometen la rigidez estructural de la carrocería, de cara a facilitar y reducir enormemente los procesos de reparación o sustitución de sus piezas, como: paragolpes, puertas, capós, aletas, frentes delanteros, guarnecidos y otros similares.

  Mediante este tipo de unión, generalmente se ensamblan aquellas piezas que requieren ser desmontadas habitualmente. La tendencia es implementar este tipo de unión en el mayor número de piezas de la carrocería exceptuando, como se ha dicho anteriormente, las que tienen una elevada responsabilidad estructural.

Entre los tipos más importantes de uniones amovibles en la carrocería se encuentran (Figura 5.2):

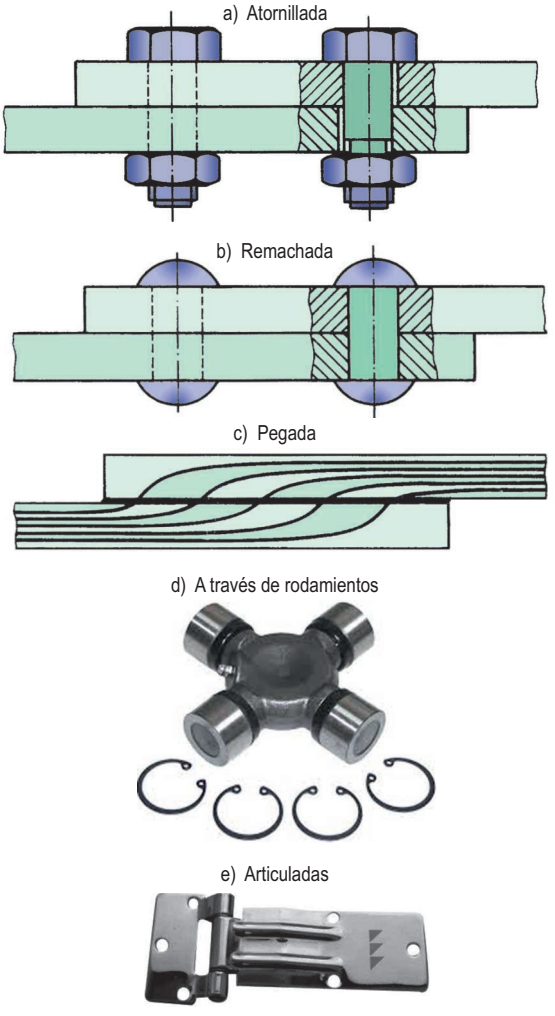


Figura 5.2. Uniones amovibles.

© Ediciones Paraninfo

- Uniones atornilladas.
- Uniones remachadas.
- Uniones pegadas (no estructurales).
- Uniones articuladas.
- Uniones a través de rodamientos.
- Uniones mediante elementos elásticos.
- Uniones eléctricas.
- Uniones realizadas con otros elementos de sujeción.

5.1. Uniones atornilladas

Aunque existen distintos tipos de uniones atornilladas, todas tienen en común la sujeción de las piezas utilizando una barra cilíndrica, con cabeza o sin ella, a la que se le ha tallado una rosca, cuyos filetes al penetrar en los de la otra pieza impiden el desplazamiento relativo. Al intentar separarlas, tirando de ambas en sentido opuesto, los filetes «encastrados» unos en otros soportan en uno de sus flancos el esfuerzo aplicado impidiendo su salida.

Las uniones atornilladas presentan las siguientes características:

- Fácil desmontaje.
- Altas concentraciones de tensiones.
- Aspecto de la unión con discontinuidades.
- Ejecución de la unión relativamente lenta.
- Posibilidad de unir cualquier tipo de material.
- Alta resistencia a la temperatura.

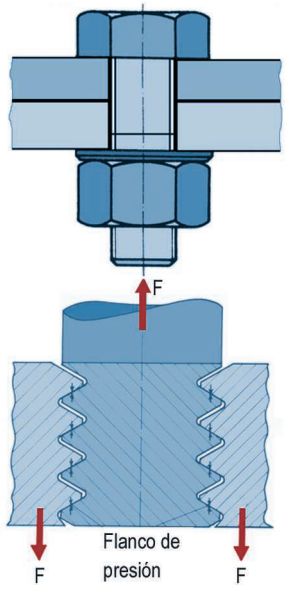


Figura 5.3. Uniones atornilladas.

- Ausencia de preparación previa de los materiales que se van a unir.
- Equipamiento prácticamente inexistente o de muy bajo coste.
- Portabilidad inmediata de la unión.

Con la utilización de elementos atornillados se pretende conseguir uniones entre diferentes piezas, en las que se trata de impedir su separación en la dirección de los ejes de los tornillos. Los esfuerzos de compresión se consiguen mediante un óptimo cerramiento de la unión atornillada.

Entre las uniones atornilladas más usuales se pueden encontrar:

- Tornillos con cabeza y tuerca. Estos dos elementos producen el cerramiento por compresión que impide la separación de las piezas.
- Tornillos con cabeza pero sin tuerca. Una de las piezas posee un agujero (ciego o no) roscado para realizar la función de cerramiento que cumplía la tuerca en el caso anterior.
- Mediante tornillos sin cabeza (varillas roscadas o espárragos). El cerramiento se produce entre una de las piezas y una tuerca, de tal manera que, al apretar la tuerca, el esfuerzo de torsión se transmite también al espárrago, que de esta forma se fija aún más sobre la pieza.

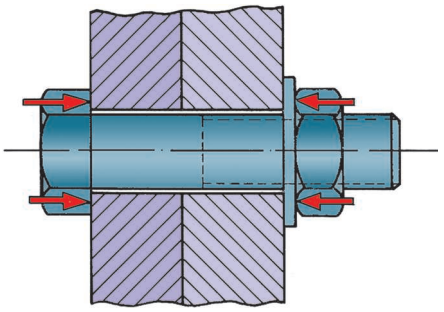


Figura 5.4. Ensamblaje atornillado mediante tornillo con cabeza y tuerca.

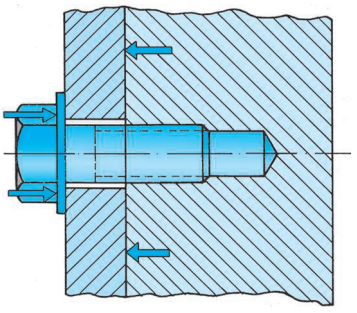


Figura 5.5. Ensamblaje atornillado mediante tornillo con cabeza y la pieza.

© Ediciones Paraninfo

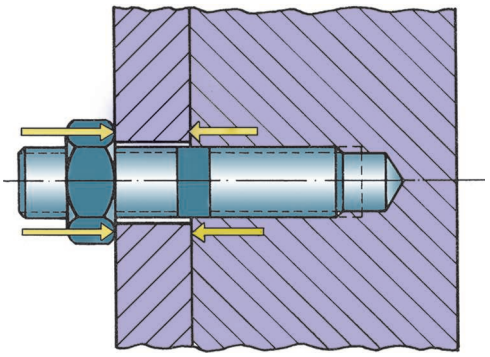


Figura 5.6. Ensamblaje atornillado mediante tornillo sin cabeza, tuerca y la pieza.

Los elementos más importantes que intervienen en este tipo de unión son:

- Tornillos, espárragos o varillas roscadas, etcétera.
- Tuercas y arandelas.
- Elementos de seguridad.

5.1.1. Clasificación de las roscas

Existen diferentes tipos de roscas, debidamente normalizadas, que se clasifican atendiendo a diferentes criterios:

- Según su finalidad: elementos de sujeción, juntas herméticas, para producir movimientos de avance, etcétera.

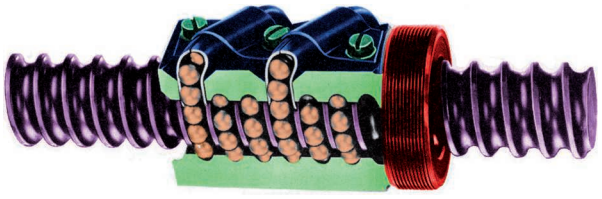


Figura 5.7. Desplazamiento producido mediante roscas.

- Por el número de hilos o filetes consecutivos: de una entrada o de varias entradas.
- Por su posición: exteriores (tornillo) o interiores (tuerca).
- Por su sentido: rosca a derecha o rosca a izquierda.
- Por la forma del filete o perfil de la rosca:
  - Rosca redonda.
  - Rosca diente de sierra.
  - Rosca trapecial.
  - Rosca cuadrada.
  - Rosca triangular.

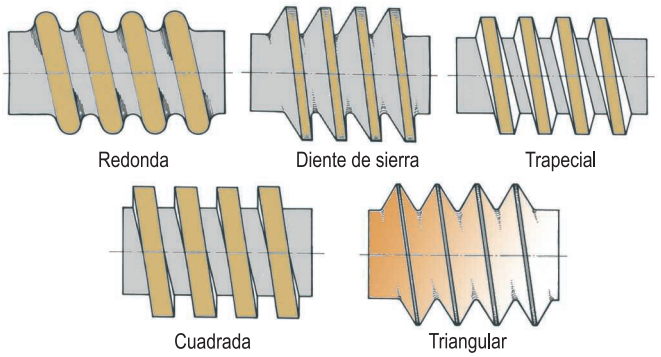


Figura 5.8. Tipos de roscas según su forma.

Sistemas de roscas

Atendiendo a sus características más importantes, existen diferentes grupos o sistemas de roscas de perfil triangular, cuyas denominaciones están perfectamente normalizadas. Entre los más extendidos cabe destacar:

- **Rosca métrica ISO.** En este tipo de rosca, el filete tiene forma de triángulo equilátero de crestas truncadas y fondo ligeramente redondeado. El valor del ángulo de flancos es de 60º. Las roscas métricas se designan por una cifra, que corresponde al diámetro exterior de la rosca en milímetros, seguida de otra cifra que expresa el paso en milímetros. Este grupo de cifras va precedido de la letra M. Así, un tornillo de 10 mm de diámetro exterior y paso 1,50 se expresará M 10 × 150. En la práctica, cuando la rosca es normal, se omite el dato del paso, indicándolo en el caso de roscas finas.

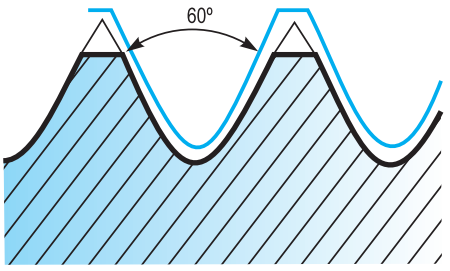


Figura 5.9. Perfil de la rosca métrica.

En la Tabla 5.1 se detallan las características de algunas de sus medidas más frecuentes.

- **Rosca Whitworth.** La principal diferencia respecto a la rosca métrica se encuentra en el ángulo de los flancos, que en este caso es de 55º, formando un triángulo isósceles. En este caso, los fondos y las crestas están ligeramente redondeados. Se denomina, en primer lugar, por una cifra que puede ser una fracción y que indica el diámetro exterior expresado

© Ediciones Paraninfo

Tabla 5.1. Pasos del roscado rosca métrica.

Rosca métrica		
Diámetro nominal (mm)	Paso normal	Paso fino
3	0,5	0,35
4	0,7	0,5
5	0,8	0,5
6	1	0,75
8	1,25	1
10	1,50	1,25
12	1,75	1,25
16	2	1,5

en pulgadas; la cifra siguiente define el número de hilos que hay en una pulgada de longitud de rosca, al final se coloca la letra W, símbolo de Whitworth.

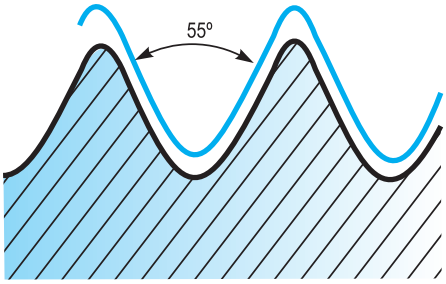


Figura 5.10. Perfil de la rosca Whitworth.

En la Tabla 5.2 se detallan las características de algunas de las medidas más frecuentes.

Tabla 5.2. Pasos de los roscados Whitworth

Rosca Whitworth		
Diámetro nominal (pulgadas)	Paso grueso	Paso fino
3/16	24	32
1/4	20	26
5/16	18	22
3/8	16	20
7/16	14	18
1/2	12	16
5/8	11	14
3/4	10	12

- **Rosca americana unificada.** Es una actualización de la antigua rosca Sellers adaptada a la norma ISO. El perfil es igual a esta última, con los fondos y las crestas truncados a 1/8 de la altura del triángulo que conforman los flancos del filete. La diferencia más importante estriba en que el diámetro se expresa en pulgadas y el paso en número de hilos por pulgada (al igual que la rosca Whitworth). Existen dos series, la UNC o normal y la UNF para pasos finos.

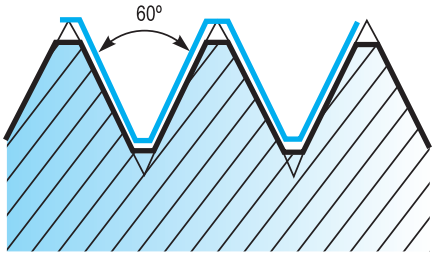


Figura 5.11. Perfil de la rosca americana unificada.

En la Tabla 5.3 se relaciona cada tipo de rosca con la abreviatura que la identifica.

Tabla 5.3. Símbolos identificadores

Clases de roscas	Signo utilizado
Whitworth normal	W BSW
Whitworth fina	BSF
Métrica normal	M
Métrica fina	M...f
Unificada normal	UNC
Unificada fina	UNF

5.1.2. Tornillos

Son los elementos más importantes de las uniones desmontables. Se utilizan en los ensamblajes que no requieren una resistencia estructural importante y en aquellas uniones con una alta frecuencia de intervenciones. A nivel de constitución, están formados por:

- Cabeza.
- Vástago:
  - Espiga.
  - Rosca.

© Ediciones Paraninfo

La cabeza del tornillo es la parte superior del mismo y se usa para aplicar la fuerza de apriete. En ella suele ir marcado el dato relativo a la resistencia del tornillo (lo que da idea de su calidad). El tamaño de la cabeza del tornillo es la distancia medida de un lado a otro de la parte plana de la misma.

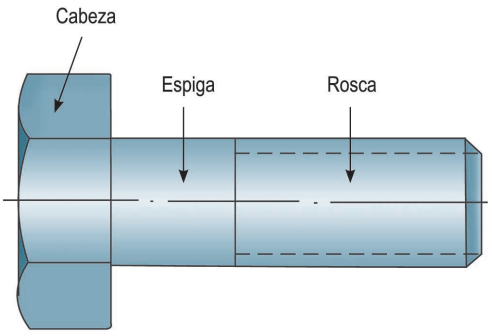


Figura 5.12. Partes de un tornillo.

Clasificación de los tornillos

A la hora de clasificar los tornillos que más habitualmente se pueden encontrar en los diferentes ensamblajes de piezas de la carrocería del automóvil, se pueden establecer varias agrupaciones atendiendo a diferentes criterios de utilización. Estos son, entre otros:

- Según la forma interior de la cabeza.
- Según su forma exterior.
- Según su función.

Formas interiores de la cabeza del tornillo

Las formas interiores de la cabeza más comúnmente empleadas son las que vemos en la Figura 5.13.

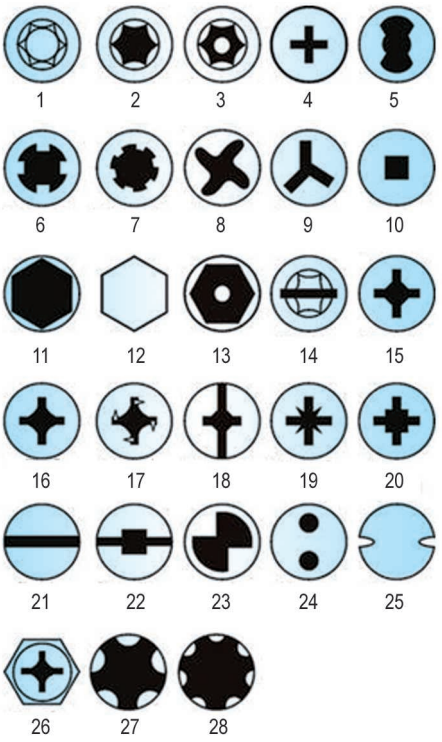
Forma exterior del tornillo

Según la forma exterior de la cabeza, entre los tornillos más frecuentemente utilizados se encuentran los que aparecen en la Figura 5.14.

Función de los tornillos

Según su función, se pueden distinguir los siguientes tipos:

- **Tornillos para metales (métricos).** Suelen llevar rosca (métrica) en toda su extensión. Presentan configuraciones variadas y pueden emplearse con una tuerca.

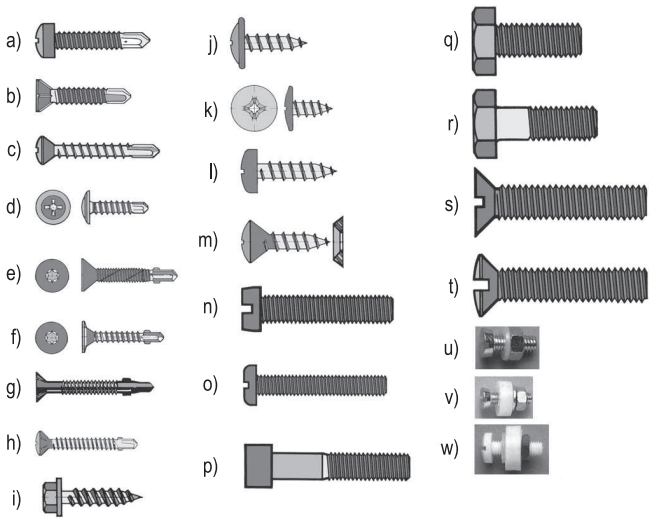


1 Torx externa	2 Torx interna	3 Torx inviolable
4 BNAE	5 De aletas	6 Acanalada (4 ranuras)
7 Acanalada (6 ranuras) Bristol	8 MorTorq	9 Tri-Wing
10 Cuadrada	11 Allen	12 Hexagonal externa
13 Hexagonal interna inviolable	14 Ranurada de 6 lóbulos	15 Quadex
16 Phillips	17 Phillips II	18 Phillips ranurada
19 Pozi Drive	20 Phillips cuadrada	
21 Ranurada	22 Cuadrada con ranura	23 Ranura inviolable
24 Perforada inviolable	25 Con ranuras inviolable	26 Phillips de cabeza hexagonal
27 SDS-Plus (5 estrías)	28 SDS-Plus (7 estrías)	

Figura 5.13. Diferentes configuraciones de la cabeza de los tornillos.

- **Tornillos de rosca chapa.** Como su mismo nombre indica, se utilizan para la sujeción de chapas, que no estén sometidas a grandes esfuerzos, sin necesidad de tuerca o por medio de una pieza denominada «grapa».
- **Tornillos autoperforantes.** Tienen la punta afilada (en forma de broca) para perforar su propio orificio, quedando perfectamente ajustados. Pueden disponer de estrías en la cabeza, para fresar la superficie de asiento.
- **Tornillos de moldura.** Tienen una cabeza ancha en forma de arandela, que además de mejorar su aspecto, evita que la moldura se desplace.
- **Tornillos de cabeza soldable.** Normalmente son tornillos métricos de pequeño diámetro, cuya cabeza

© Ediciones Paraninfo



a) Tornillo autoperforante con cabeza «gota de sebo».
b) Tornillo autoperforante con cabeza avellanada.
c) Tornillo autoperforante con cabeza avellanada «gota de sebo».
d) Tornillo autoperforante con arandela incorporada.
e) Tornillo de aletas con estrías fresadoras.
f) Tornillo de aletas sin estrías fresadoras.
g) Tornillo cabeza avellanadora con aletas de estrías fresadoras.
h) Tornillo cabeza avellanadora «gota de sebo» con aletas de estrías fresadoras.
i) Tornillo para chapa con cabeza hexagonal y arandela imperdible.
j) Tornillo para chapa con cabeza plana y ala ancha.
k) Tornillo para chapa con cabeza plana y ala ancha.
l) Tornillo para chapa de cabeza cilíndrica y ranura Phillips.
m) Tornillo para chapa de cabeza «gota de sebo», ranura Phillips y ovalillo.
n) Tornillo métrico cilíndrico.
o) Tornillo métrico de cabeza plana con ranura.
p) Tornillo métrico allen de cabeza cilíndrica.
q) Tornillo métrico hexagonal con cabeza roscada.
r) Tornillo métrico hexagonal con vástago.
s) Tornillo métrico avellanado con ranura.
t) Tornillo métrico «gota de sebo» con ranura.
u) Tornillo para placa de matrícula.
v) Tornillo para placa de matrícula.
w) Tornillo para placa de matrícula.

Figura 5.14. **Tipos más comunes de tornillos.**

Figura 5.15. **Tornillos autoperforantes y de rosca chapa.**

se suelda a la chapa de la carrocería mediante equipos de soldadura por resistencia (multifunción). Se utilizan para fijar accesorios, molduras, etcétera.

Características de los tornillos de rosca chapa

Este tipo de tornillos tienen la punta afilada o cónica y disponen de un paso de rosca muy ancho para poder adaptarse al perfil de la anchura de las chapas.

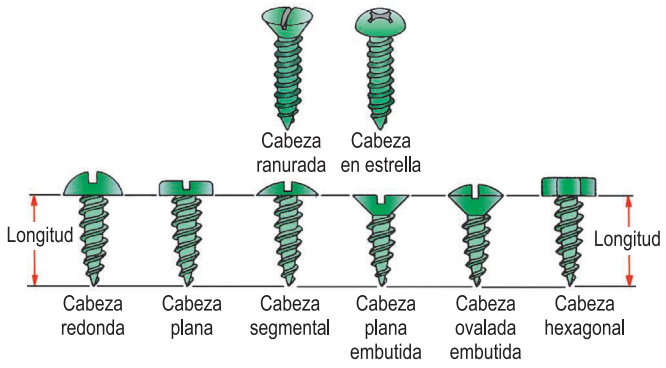
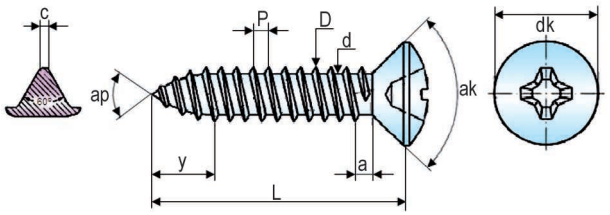


Figura 5.16. **Tornillos rosca chapa más comunes.**

Algunas de las características constructivas más significativas de este tipo de tornillos son:



dK Diámetro de la cabeza
ak Ángulo de la cabeza
d Diámetro interior
D Diámetro exterior
P Paso
ap Ángulo de la punta
y Longitud de la punta
L Longitud total
a Longitud de inicio
c Anchura del vértice

Figura 5.17. **Características de los tornillos de rosca chapa.**

En la instalación de tornillos rosca chapa es necesario seguir las siguientes recomendaciones:

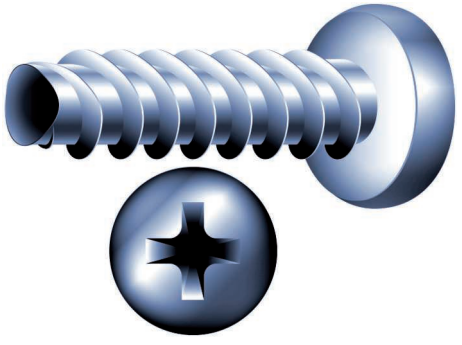


Figura 5.18. **Detalle de la configuración de un tornillo de rosca chapa.**

© Ediciones Paraninfo

Tabla 5.4. Diámetros de los taladros para la instalación de tornillos

Rosca	Chapa de acero o latón. Espesores (mm)				Chapa de aluminio. Espesores (mm)				
	0,4-0,6	0,6-1,5	1,5-2,5	2,5-4,0	0,4-0,6	0,6-1,0	1,0-1,5	1,5-2,5	2,5-4,0
ST 2,9	2,25	2,40	2,50	—	2,20	2,20	2,25	2,40	—
ST 3,5	2,70	2,80	2,90	3,00	2,70	2,70	2,80	2,80	—
ST 3,9	—	3,10	3,20	3,30	—	3,00	3,00	3,10	3,10
ST 4,2	—	3,30	3,40	3,50	—	3,20	3,20	3,30	3,30
ST 4,8	—	3,80	3,90	4,00	—	3,70	3,70	3,80	3,80
ST 5,5	—	4,40	4,50	4,60	—	4,30	4,30	4,40	4,40
ST 6,3	—	5,10	5,20	5,30	—	5,00	5,00	5,10	5,10

- Medir el diámetro interior, para determinar el diámetro de la broca con la que se han de taladrar las chapas.
- En función del espesor de las chapas que se van a unir, se determinará el paso del tornillo (en este tipo de tornillo, se entiende por **paso** la distancia que recorre el tornillo al dar una vuelta completa).

En la Tabla 5.4 se detallan los diámetros adecuados de los taladros previos para la correcta instalación de los tornillos rosca chapa, en función del material base y el espesor de las chapas a fijar (norma UNE-17020).

Un taladro demasiado grande puede provocar que el material base se pase de rosca, o que la fijación quede floja. En cambio, un taladro demasiado pequeño puede provocar la imposibilidad de roscar el tornillo, romperlo o deformar el material a fijar.

Particularidades de los tornillos

A la hora de trabajar con los tornillos se deben conocer y tener en cuenta una serie de particularidades como son: la resistencia del tornillo, el par de apriete y sus aplicaciones más habituales.

Resistencia del tornillo

La resistencia del tornillo indica la magnitud de la fuerza de torsión que hay que aplicar para apretar la tuerca. Los tornillos se fabrican con diferentes materiales y distintos grados de dureza. El grado de resistencia de los tornillos, tal y como ya se ha referido, se indica mediante líneas o números marcados en la parte superior de la cabeza, y también da idea de la fuerza de torsión. En el Sistema Métrico, la resistencia de los tornillos está indicada por números, cuanto mayor es el número más fuerte es el tornillo.

El marcaje de la cabeza del tornillo consta de dos números separados por un punto.

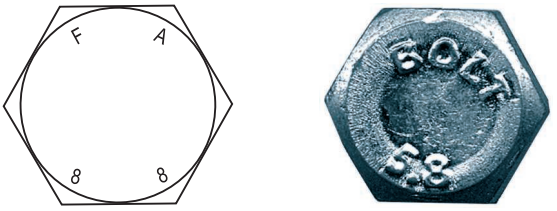


Figura 5.19. Marcaje de la cabeza de un tornillo.

El primer número representa una centésima de la carga normal unitaria de rotura por tracción en N/mm^2.

$$\frac{\text{Resistencia mecánica a la tracción}}{100}$$

El segundo número expresa la relación, multiplicada por diez, entre la carga unitaria de deformación elástica y la carga nominal unitaria de rotura por tracción.

$$\frac{\text{Límite elástico}}{\text{Resistencia mecánica a la tracción}} \times 100$$

Ejemplo: marcaje 8.8.

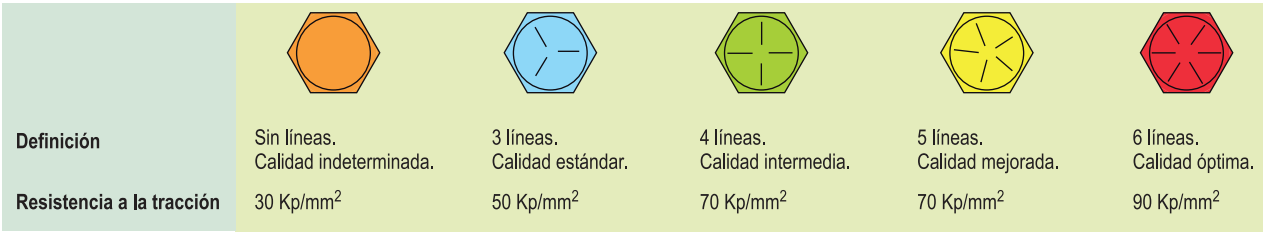
Indica los siguientes datos:

- Carga de rotura: 800 N/mm^2 (8×100).
- Carga de deformación elástica: 640 ($8 \times 8 \times 10$).

En el sistema inglés (Whitworth), el número de líneas está directamente relacionado con la fuerza de torsión que hay que aplicar.

La resistencia a la tracción es la presión en Kp/mm^2 que el tornillo es capaz de resistir antes de romperse cuando se tira de él. Cuanto más fuerte sea este, mayor será su resistencia a la tracción.

© Ediciones Paraninfo

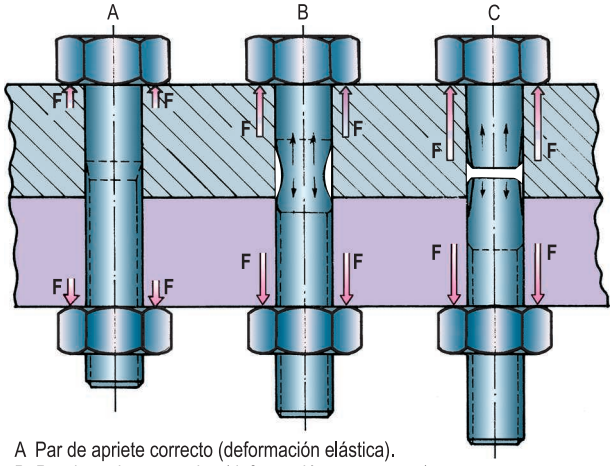


Definición	Sin líneas. Calidad indeterminada.	3 líneas. Calidad estándar.	4 líneas. Calidad intermedia.	5 líneas. Calidad mejorada.	6 líneas. Calidad óptima.
Resistencia a la tracción	30 Kp/mm^2	50 Kp/mm^2	70 Kp/mm^2	70 Kp/mm^2	90 Kp/mm^2

Figura 5.20. **Marcaje de la cabeza de un tornillo Whitworth.**

Par de apriete de los tornillos

El par de apriete de los tornillos es la magnitud de la fuerza de giro que hay que aplicar a la hora de apretarlo. Si se sobrepasa esta fuerza, se llega al límite elástico del tornillo, produciéndose un alargamiento del mismo (sin aumentar ya la fuerza de apriete). Si se continúa aplicando fuerza sobre el tornillo, este se estira algo más llegando a partirse.



A Par de apriete correcto (deformación elástica).
B Par de apriete excesivo (deformación permanente).
C Par de apriete muy elevado (rotura).

Figura 5.21. **Situaciones que pueden darse en el apriete de un tornillo.**

Cuando el apriete es excesivo, también puede ocurrir que se deshagan los filetes de la rosca (se «pasaría de rosca»).

Por el contrario, si no se aprieta lo suficiente, podría aflojarse y soltarse, desapareciendo el efecto de sujeción.

El par de apriete aplicado con una llave viene determinado por la expresión de la Figura 5.22.

En la actualidad, todos los fabricantes de vehículos tienden a indicar el par de apriete final de los tornillos en grados, especialmente en las uniones más precisas. Ello es debido a que los aprietes con llaves dinamométricas acostumbran a ser poco precisos a causa de la imprecisión generada por una gran cantidad de variables como la temperatura, la posición de la mano, la velocidad del apriete o el rozamiento existente en la unión, etcétera.

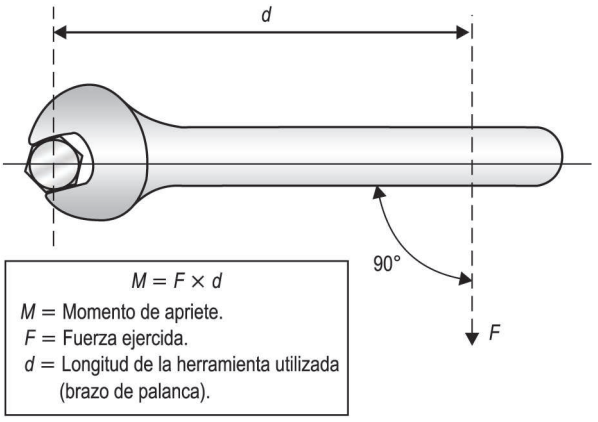


Figura 5.22. **Cálculo del par de apriete.**

Cuando se realiza un apriete angular, lo que se mide es el giro que realiza el tornillo, cuya medida en grados se realiza mediante un goniómetro o angulímetro. El proceso de apriete se realiza con un preapriete en unidades de fuerza seguido de un giro angular. Es importante señalar que no existe equivalencia entre grados y unidades de fuerza. Como prueba de ello baste el ejemplo siguiente: si apretamos dos tornillos que presentan diferente dificultad de roscado y si aplicamos las mismas unidades de fuerza, uno habrá roscado más que otro. Por el contrario, si apretamos ambos tornillos a 45º, los dos habrán roscado por igual aunque cueste más esfuerzo en uno que en otro caso.

En este tipo de apriete conviene tener presentes dos recomendaciones:

- El apriete en grados puede realizarse de forma acumulativa, es decir, si no se puede conseguir un giro determinado en una sola etapa (por dificultades de espacio), podrán realizarse pequeños giros cuya suma sea igual al ángulo dado.

© Ediciones Paraninfo

Figura 5.23. Goniómetro medidor de ángulo de apriete.

- En aprietes angulares hay que sustituir los tornillos cada vez que se intervenga sobre ellos.

Para realizar el apriete, es conveniente tener presente algunas consideraciones:

- Apretar los elementos poco a poco, efectuando un apriete total, al menos dos veces.
- Al utilizar herramientas neumáticas para realizar el apriete, pueden estirarse los tornillos o incluso romperse (el tornillo o la rosca).

Por lo que respecta al apriete mediante unidades de fuerza, conviene recodar cuáles son las más habituales y su correspondencia.

Tabla 5.5. Correspondencia de las unidades

Sistema de medida	Unidad de medida
Métrico	**Kpm** (kilopondio por metro)
Inglés	**Lb ft** (libras por pie)
Internacional	**Nm** (newton por metro)

Tomando como referencia el apriete en Kpm, los cálculos prácticos más frecuentes para determinar su equivalencia en otros sistemas pueden resumirse en la Tabla 5.6:

Tabla 5.6. Equivalencias

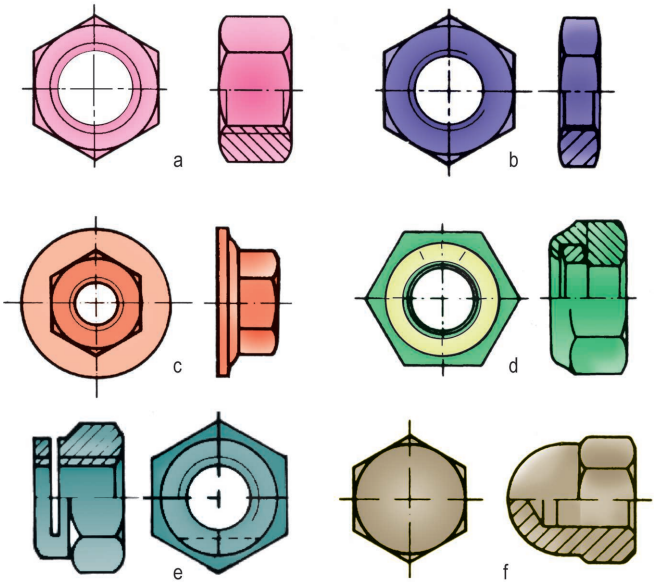
Para pasar de	Operación a realizar
Newton a kilos	En la práctica dividir por 10
Kilos a newton	En la práctica multiplicar por 10
Libras a kilos	Dividir por 7,23
Kilos a libras	Multiplicar por 7,23

5.1.3. Tuercas

Las tuercas son cilindros muy cortos normalmente abiertos por los extremos, uno de ellos sirve como superficie de empuje, su contorno exterior generalmente tiene forma de hexágono y su diámetro interior va roscado.

Su función se debe a que cuando se la hace girar sobre la rosca de un tornillo o de un espárrago, se genera una importante fuerza de empuje que comprime la unión y mantiene unidos a los componentes del ensamblaje.

Las tuercas más frecuentemente utilizadas son las que aparecen en la Figura 5.24.



a. Tuerca hexagonal.
b. Tuerca hexagonal rebajada.
c. Tuerca de sombrerete.
d. Tuerca autoblocante.
e. Tuerca con ranuras o almenada.
f. Tuerca ciega.

Figura 5.24. Diferentes tipos de tuercas.

Tipos de tuercas

Al analizar las tuercas, podemos establecer la siguiente tipología:

- **Tuercas hexagonales.** Se utilizan como contratuercas o tuercas de inmovilización para mantener en su sitio a otras tuercas convencionales. La contratuerca se aprieta contra la tuerca convencional para evitar que esta se salga.
- **Tuercas de sombrerete.** Se emplean para distribuir mejor la fuerza de apriete con el fin de evitar deformaciones.
- **Tuercas autoblocantes.** Suelen tener un engaste de plástico cuyo ajuste forzado evita que la tuerca se afloje o salga. El anillo de plástico tiene un diámetro interior menor que el diámetro exterior del tornillo. Durante el proceso de apriete, y una vez que el tornillo entra en contacto con el anillo, el avance

© Ediciones Paraninfo

queda frenado debido a la diferencia de diámetros, de tal manera que al introducirse el tornillo en el citado anillo, al frenado mecánico producido por el contacto de los hilos de las roscas, se le une la fuerza de fricción del plástico sobre dichos hilos, ya que este material, al ser muy elástico, se adapta perfectamente al perfil de las roscas. Estas tuercas deben desecharse una vez extraídas.

- **Tuercas almenadas o con ranuras.** Como su mismo nombre indica, tienen unas ranuras o cortes en la parte superior, en las que se introduce una horquilla de seguridad u otro sistema de bloqueo para inmovilizarlas junto al tornillo. La tuerca almenada consiste en una tuerca hexagonal a la cual se le han practicado ranuras que coinciden con el eje de sus caras. A su vez en el tornillo o espárrago se le realiza un taladro, perpendicular al eje longitudinal. Una vez apretada la tuerca se introduce un pasador a través de las ranuras de la misma y el agujero del tornillo; a este pasador se le separan las puntas, siendo prácticamente imposible que la tuerca pueda aflojarse.

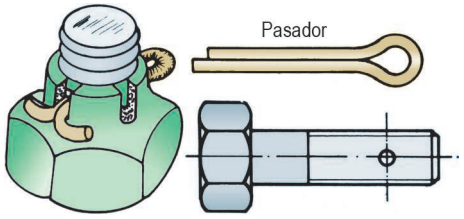


Figura 5.25. Tuerca almenada y su aplicación.

- **Tuercas ciegas.** Están cerradas en uno de sus extremos, y se utilizan tanto por cuestiones estéticas como para mantener limpias y secas las roscas.

Otros tipos de tuercas que podemos considerar son los siguientes:

- **Tuercas enjauladas.** La característica principal de este tipo de tuercas es que están encerradas en una especie de jaula (de ahí su nombre). Se emplean en aquellas uniones en que es difícil tener acceso a la tuerca para su inmovilización durante el apriete/aflojado. También, y debido a la movilidad de la tuerca a lo largo y ancho de su alojamiento, compensan tolerancias de acabado en el montaje. Estas jaulas normalmente se introducen a presión en alojamientos que las piezas tienen a tal fin, o llevan un soporte autoadhesivo.
- **Tuercas para chapa (grapas).** Consisten en unas pequeñas chapas elásticas (dobles o simples) que suelen ir montadas a presión, y que sirven para fijar tornillos (normalmente rosca chapa) en paneles, guarnecidos, tapicerías, molduras, etcétera.

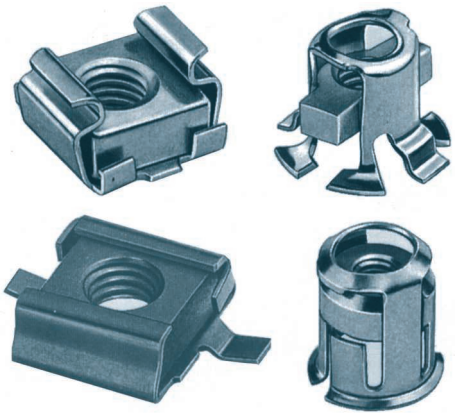


Figura 5.26. Tuercas enjauladas de aplicación en zonas de difícil acceso.

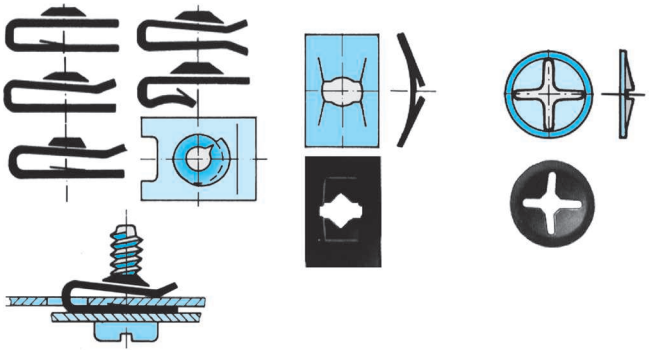


Figura 5.27. Tuercas (grapas) para unir chapas o materiales delgados.

5.1.4. Elementos complementarios en las uniones atornilladas

Existen una serie de elementos que se utilizan en los ensamblajes con tornillos/tuercas, cuya función consiste en mejorar la unión tratando de impedir que se debilite o falle.

Las causas principales por las que un montaje roscado puede fallar son:

- **La relajación de la tensión aplicada (carga).** Un montaje roscado se «relaja» cuando se produce un cambio permanente en la longitud axial del tornillo o cuando cambia la temperatura. Esto reduce la tensión del tornillo y, consecuentemente, la fuerza de sujeción. Los cambios de longitud permanentes pueden producirse por:
  - Asentamiento. Las caras rugosas de ciertos elementos del ensamblaje (arandelas, tuercas, etc.) se «aplanan» bajo la presión ejercida por el tornillo.

© Ediciones Paraninfo

– Disminución del espesor de las piezas ensambladas. Este efecto aparece cuando la presión superficial de la cara de apoyo del tornillo o tuerca sobrepasa el límite de resistencia a la compresión de los materiales de las piezas ensambladas.

- **Autoaflojamiento.** Cuando el ensamblaje está sometido a cargas alternas o a vibraciones, disminuye el efecto de bloqueo provocado por la fricción de las roscas y la fricción bajo la cabeza del tornillo y tuerca con las superficies de contacto; por lo que la tuerca se afloja liberando la tensión.
- **Inadecuada selección de los tornillos.** Siendo estos demasiado grandes o demasiado pequeños.
- **Apriete inadecuado.**

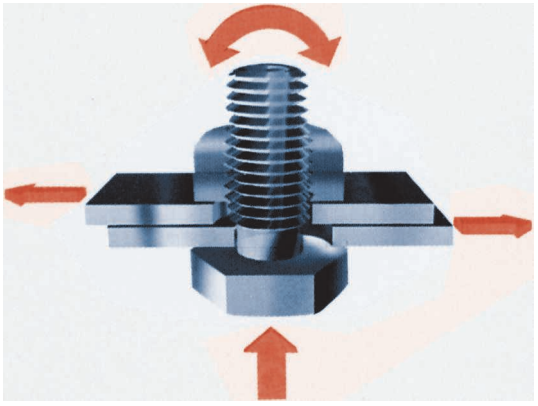


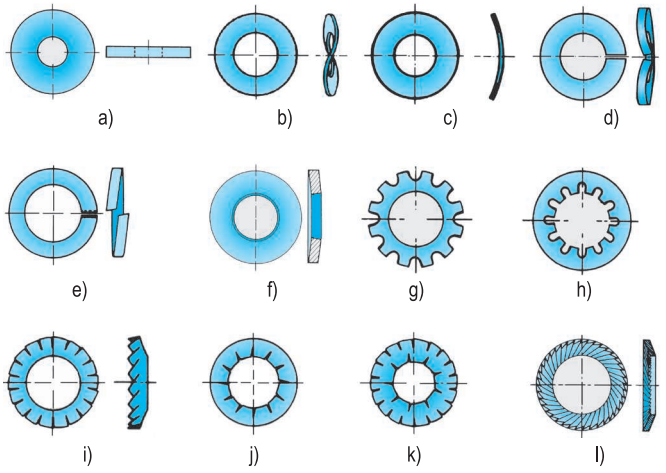
Figura 5.28. Efecto del autoaflojamiento.

Los dispositivos para evitar la separación del ensamblaje se pueden clasificar en tres grupos:

- En el primero, estarían todos aquellos dispositivos que facilitan el asentamiento de la tuerca y el tornillo o como compensación de diámetros o espesores de piezas. Son arandelas con diferentes tamaños y materiales.
- En el segundo, estarían todos aquellos dispositivos que evitan que se desenrosque la tuerca cuando la unión requiere un juego para permitir el movimiento de alguna de sus piezas. Entre ellos se pueden citar: los pasadores y las presillas que se detallan en las uniones articuladas.
- En el tercer grupo se encuentran los dispositivos que impiden que los montajes roscados se aflojen por las vibraciones. En este grupo estarían: los tornillos y las tuercas con estriados de enclavamiento, las arandelas de fijación y los productos adhesivos fijadores de roscas (fijatornillos).

Arandelas

Se definen así los medios que se utilizan debajo de los tornillos, las tuercas y otros elementos, para proteger la superficie de apoyo en la pieza y así, al disponer de más superficie de contacto, aumentan la fuerza de sujeción e inmovilizan el ensamblaje.



a) Arandela plana.
b), c) Arandelas onduladas.
d), e) Arandelas Grower.
f) Arandela elástica.
g), h) Arandelas dentadas.
i), j) Arandelas elásticas dentadas.
k) Arandelas elásticas de doble dentado.
l) Arandela de seguridad Schnorr.

Figura 5.29. Diferentes tipos de arandelas.

Entre los tipos de arandelas más comunes, se encuentran:

- Las arandelas planas se usan para ampliar el área de sujeción y así repartir el esfuerzo de compresión. En algunos casos, evitan que las cabezas de tornillos atraviesen piezas de plástico o chapa. Las que son de fibra, evitan las vibraciones o fugas, aunque no permiten esfuerzos de compresión altos.
- Arandelas Grower. Estas arandelas se emplean para el frenado de tuercas o tornillos. Suelen ser de perfil cuadrado, construidas de acero de alto límite de elasticidad. Tienen los bordes en arista viva y a diferente altura, de tal manera que al comprimirse, ejercen una presión vertical sobre la unión (efecto muelle). Al girar la tuerca o tornillo para realizar el apriete, lo hace de tal forma que estas aristas no se clavan sobre la superficie de la pieza y del tornillo o tuerca, pero al intentar aflojarlos, esas aristas se clavan en la pieza y en la tuerca o el tornillo, impidiendo que se aflojen.
- Arandelas dentadas. Su función es similar a la de las arandelas Grower pero en vez de estar cortadas para obtener las dos aristas de agarre, estas tienen en la periferia cierta cantidad de dientes tallados de

© Ediciones Paraninfo

tal forma que, cuando se aprieta el tornillo o la tuerca, no se enganchan, pero sí cuando se intentan aflojar. Son muy duras, y tienden a romperse si se las somete a grandes presiones. Estas arandelas pueden encontrarse con dentado interior, exterior y con doble dentado.

- Las arandelas de seguridad Schnorr consiguen una gran transmisión de fuerza y un buen cierre, a través de la forma inclinada del dentado. Están construidas de forma que puedan utilizarse también en superficies avellanadas, tornillos Allen interiores y en tornillos cilíndricos.

Fijadores de roscas

Estos productos suelen ser adhesivos anaeróbicos (reaccionan en ausencia de oxígeno y en contacto con metales) y líquidos monocomponentes que llenan por completo las holguras microscópicas entre los flancos de las roscas. Al entrar en contacto con el metal, y en ausencia de aire, curan (endurecen) y se convierten en plásticos termoestables sólidos y tenaces. El adhesivo se enclava en la rugosidad superficial para evitar cualquier movimiento de las roscas.

Figura 5.30. Aplicación de un producto fijador de roscas.

Su aplicación puede realizarse a mano o mediante dispositivos especiales de dosificación. En algunos casos, se utilizan tornillos con adhesivo preaplicado en unas pequeñas cápsulas que se rompen al apretar el tornillo.

Cuando se ha de realizar la aplicación es importante tener en cuenta algunas consideraciones:

- Impregnar toda la longitud de la rosca, que debe estar limpia, seca y exenta de aceites o cualquier producto que puedan retrasar o incluso evitar el curado anaeróbico del adhesivo.

Figura 5.31. Productos fijadores de roscas.

Figura 5.32. Tornillos con fijador preaplicado.

- En agujeros ciegos roscados es esencial aplicar el adhesivo en el fondo, para evitar que sea expulsado hacia fuera por la compresión del aire cuando se introduce el tornillo.

Los fijadores de roscas no solo evitan el movimiento relativo, sino que también sellan la unión; de tal manera que impiden el paso de la humedad y la corrosión, que de otra forma pudieran reducir la vida del ensamblaje.

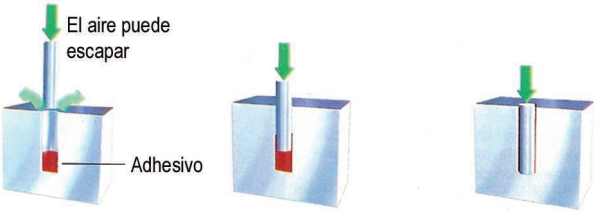


Figura 5.33. Aplicación de fijadores de roscas en agujeros ciegos.

Los fijadores de roscas no solo evitan el movimiento relativo, sino que también sellan la unión; de tal manera que impiden el paso de la humedad y la corrosión, que de otra forma pudieran reducir la vida del ensamblaje.

© Ediciones Paraninfo

5.1.5. Uniones atornilladas en carrocerías de aluminio

La utilización del aluminio como material para la construcción de la carrocería o parte de sus componentes plantea algunas dificultades como la corrosión por contacto. Esto se debe a que al entrar en contacto diversos metales que se hallan alejados unos de otros en la serie de tensiones electroquímicas, se produce corrosión por contacto en presencia de un electrolito (agua + sal).

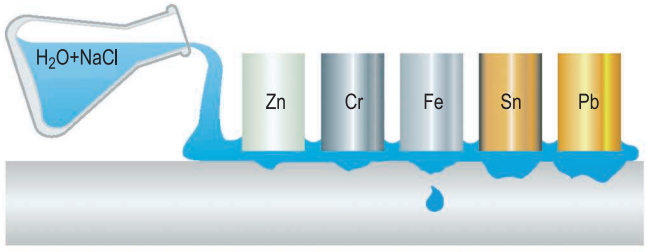


Figura 5.34 Grado de corrosión por contacto de algunos metales con el aluminio cuando se añade electrolito (agua + sal).

El metal que se halla más abajo en la serie de tensiones es el que se descompone, de forma más intensa cuanto mayor es la distancia de los metales en dicha serie.

La corrosión por contacto del aluminio conduce a una rápida destrucción, sobre todo de los componentes de paredes delgadas en el lugar de contacto.

Para solucionar este efecto, todas las fijaciones que entran en contacto con el aluminio poseen una capa de recubrimiento (del tipo Dacromet o Delta Ton), u otra protección. Estas fijaciones mediante tornillos, tuercas, grapas, etc., reciben al mismo tiempo una coloración verde con un producto lubricante a base de resina alquídica, para evitar posibles confusiones con elementos de fijación de tipo convencional.

Los posibles recubrimientos para evitar la corrosión por contacto son:

- Recubrimientos con contenido de polvo de cinc y aluminio: Delta Tone y Dacromet.
- Recubrimientos especiales en aleación de cinc: ZnSn mecánico y ZnNi galvánico.
- Recubrimientos galvánicos del aluminio.
- Recubrimientos de estaño (para metales no férricos).
- Sistemas combinados o dúplex (cinc + laca).

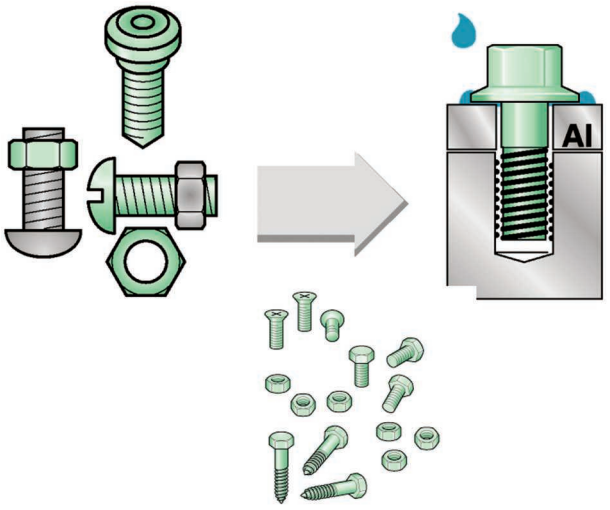


Figura 5.35. Tornillos coloreados especiales para aluminio.

5.1.6. Incidencias habituales en las intervenciones sobre las uniones atornilladas

Dado que las incidencias más normales que aparecen durante los procesos de reparación corresponderán a desmontajes de elementos dañados por efecto de golpes, corrosión o envejecimiento de la unión, resulta necesario tener presente algunas consideraciones que pueden ser útiles para facilitar la realización de dichas operaciones. Las más habituales corresponden a operaciones de apriete y aflojado de conjuntos tornillo/tuerca; estas complicaciones suelen ser de índole muy variada, y pueden resumirse en:

- Rotura o doblado, de espárragos o tornillos.
- Gripaje de tuercas.
- Rotura parcial de las roscas («trasroscado»).

Rotura de espárragos

Los espárragos se parten cuando se supera la carga de rotura máxima que soporta el material. Este hecho puede ser debido a:

- Un apriete excesivo del mismo.
- Oxidaciones/corrosiones.
- Fatiga del material.
- Cizallamiento producido por un roce continuado producto de una holgura anormal.
- Roscado incorrecto.
- Excesiva temperatura.
- Falta de lubricación (en su caso).

© Ediciones Paraninfo

En la reparación de un ensamblaje que presente la rotura de un espárrago o tornillo pueden presentarse dos situaciones.

a) Espárrago cuyo borde de rotura está por encima del nivel de la tuerca o cualquier otra pieza de sujeción.

En este caso, y siempre que la longitud roscada lo permita, basta con acoplar al trozo de espárrago que sobresale, dos tuercas consecutivas, realizando la última de ellas la función de contratuerca. Al apretarlas entre sí, (1) se bloquean con el espárrago, de manera que al aflojar la tuerca inferior, (2) gira también el espárrago.

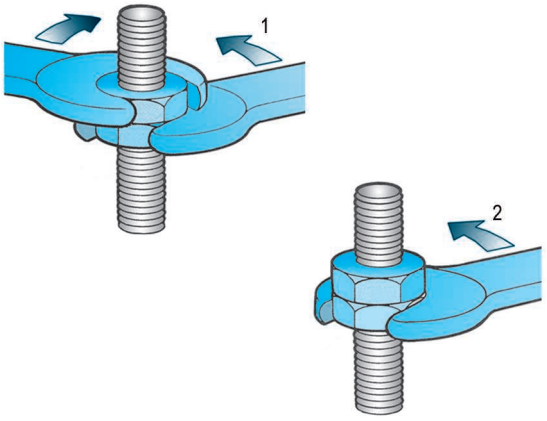


Figura 5.36. Extracción de un espárrago mediante contratuerca.

En caso de que no exista rosca suficiente o que esta se encuentre deteriorada, pueden emplearse unas herramientas denominadas «extractores de espárragos»: excéntricos y de tornillos fijadores.

El extractor excéntrico consta básicamente (Figura 5.37), de una excéntrica (a) solidaria a una cabeza hexagonal (b). En medio de ambas piezas, se encuentra la brida (c) que dispone de un orificio (d) por el que se introduce el espárrago. Una vez introducido este, se hace girar a la excéntrica en sentido de aflojado (a izquierdas), a través de la tuerca hexagonal, hasta que se produce el enclavamiento entre la excéntrica, el espárrago y la brida, momento a partir del cual, todo el conjunto gira solidario y, por tanto, al aflojarse el espárrago, se produce su salida al exterior.

Otro sistema para realizar la extracción consiste en la utilización de un extractor cilíndrico con cabeza hexagonal. Como se puede observar en la Figura 5.38, su interior es hueco y lleva roscados perpendicularmente una serie de pequeños tornillos acabados en punta, los cuales se introducen dentro del diámetro interior del extractor. El extractor se coloca sobre el espárrago y a continuación se roscan los tornillos periféricos hasta su enclavamiento en el espárrago. Una vez apretados, se gira el extractor en sentido de aflojado hasta la completa extracción del espárrago.

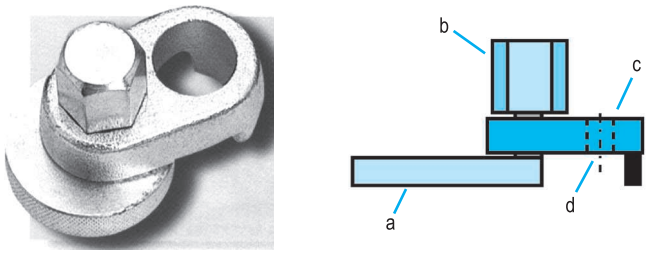


Figura 5.37. Extractor excéntrico de espárragos.

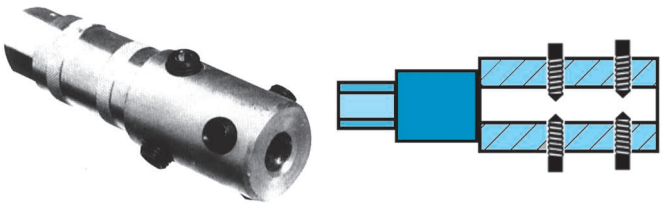


Figura 5.38. Extractor de espárragos con tornillos fijadores.

b) Espárrago cuyo borde de rotura está por debajo del nivel de la tuerca o pieza roscada.

En este caso es necesario emplear otro proceso diferente de extracción. El procedimiento consiste en el uso de un macho cónico de rosca a izquierdas, que se introduce en un taladro previamente practicado en el espárrago que se pretende extraer.

El macho cónico presenta una hélice con un filete de perfil muy afilado, de tal manera que al girarlo a izquierdas dentro del espárrago, se enclava con facilidad, y como el sentido de roscado es el mismo que el de aflojado del tornillo, se produce la extracción del mismo. Normalmente, el equipo lo forman un conjunto de 6 machos de diferentes diámetros para poder adaptarse al grosor de cada espárrago. De forma gráfica, el proceso se puede resumir tal como muestra la Figura 5.40.

Figura 5.39. Machos de «rosca a izquierda».

© Ediciones Paraninfo

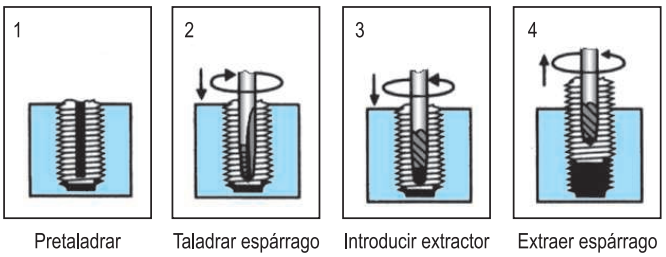


Figura 5.40. Proceso de extracción de espárrago con machos de «rosca a izquierda».

En el caso de espárragos de pequeño diámetro, su extracción resulta más complicada. Uno de los métodos a utilizar consiste en colocar un granete, o herramienta de punta afilada, en la periferia del espárrago y golpear con un martillo en el sentido de aflojado.

Gripaje de tuercas

El gripaje o agarrotamiento de una tuerca se produce cuando se tiene un ensamblaje mucho más resistente que cuando se realizó la unión; de tal manera que resulta prácticamente imposible su desmontaje utilizando los métodos habituales (llaves fijas, de estrella, tubulares, etc.).

El gripaje se debe a causas de muy variada naturaleza:

- Oxidación/corrosión.
- Dilataciones por efecto de la temperatura.
- Apriete excesivo, etcétera.

Su reparación debe hacer frente a efectos similares a los de otros casos:

- Desgaste (redondeado) de las caras de arrastre de la tuerca.
- Imposibilidad de inmovilización del tornillo (en su caso).
- Rotura de la rosca.
- Doblado del tornillo o espárrago, etcétera.

Figura 5.41. Productos desblocantes.

El proceso operativo puede ser diferente en cada ocasión, por lo que resulta imprescindible realizar un minucioso análisis del problema presentado. A nivel orientativo, se describen las siguientes pautas:

1. Como ya se ha indicado, conviene comenzar rociando el ensamblaje con productos desblocantes.
2. En caso de que el problema esté determinado por dificultades en el arrastre de la tuerca, si las caras están redondeadas será necesario proceder a limarlas para mecanizar un nuevo perfil que se adapte a las herramientas comunes. En caso de no ser posible el limado, se puede intentar el arrastre utilizando las herramientas que se adaptan automáticamente a un perfil dado (incluso parcialmente redondeado).

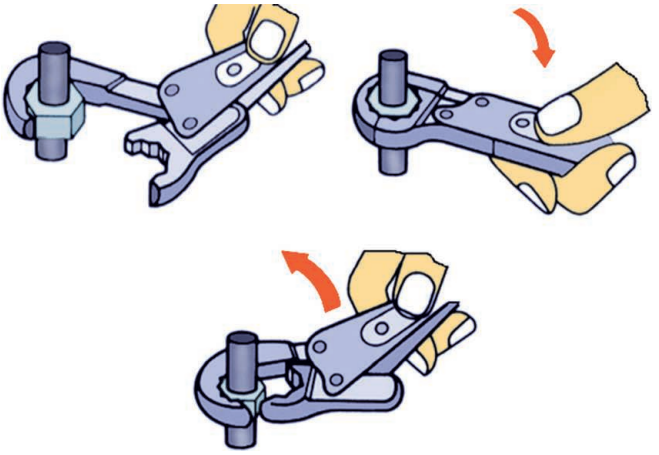


Figura 5.42. Empleo de herramientas que se adaptan a tuercas redondeadas.

3. Asimismo, puede resultar efectivo aplicar calor al ensamblaje, mediante generadores de aire caliente para provocar pequeñas dilataciones que puedan favorecer el aflojado (evitar hacerlo mediante llama).

Figura 5.43. Pistola de aire caliente.

© Ediciones Paraninfo

Esta solución es especialmente interesante cuando la tuerca gripada es autoblocante, ya que al aplicar calor se derrite el plástico frenante, con lo que se facilita el aflojado.

4. Los siguientes procedimientos pasan por la destrucción de parte del ensamblaje. Entre otras posibilidades se encuentran:
   - El uso de tronzatuercas. Esta herramienta consta de un punzón de corte que se introduce en un anillo de inmovilización y provoca la rotura de la tuerca a medida que se va introduciendo.

Figura 5.44. Tronzatuercas.

   - El uso de cortafríos y martillo. Con esta herramienta se produce el corte del tornillo o de la tuerca según el caso. En algunas situaciones, se puede aflojar la tuerca sin producir su rotura. Tiene el inconveniente de que, además de ser un proceso más trabajoso, existe el riesgo de impacto en la mano que sujeta la herramienta. Además, en muchos casos, el poco espacio de maniobra disponible condiciona su uso.

Figura 5.45. Cortafríos.

   - El uso de miniamoladoras o lijadoras radiales con discos abrasivos de corte. Como en el caso anterior, el empleo de estas herramientas genera importantes situaciones de riesgo para el operario, puesto que además de las directamente relacionadas con el giro del disco, se unen las que se generan por el desprendimiento de chispas incandescentes, que cuando se dan ciertas condiciones, pueden provocar una combustión.

Figura 5.46. Miniamoladora.

   - El empleo de una llama oxiacetilénica. Este método consiste en calentar la tuerca o tornillo hasta llegar a temperaturas próximas a la fusión del material ($>1000\,^{o}C$) y en ese momento golpear el elemento hasta su rotura. Este procedimiento no es muy recomendable, ya que el calor aportado se distribuye por radiación a elementos próximos que pueden sufrir alteraciones de forma, propiedades, etc. Al igual que los anteriores, es importante manejar el equipo con precaución para evitar quemaduras, radiaciones, combustiones indeseadas, etcétera.

Figura 5.47. Soplete oxiacetilénico.

Rotura parcial de roscas

Para corregir este problema, a veces suele ser suficiente con pasar un macho de roscar o una lima de roscas para intentar reconstruir parte de la rosca defectuosa. En caso contrario, es necesario recurrir a otros métodos de reparación como los que se describen a continuación.

Figura 5.48. Lima de roscas.

Reparación con roscas insertadas

Las roscas insertadas permiten recuperar las características originales a las roscas deterioradas por el uso. Se presentan bajo la forma de un muelle cuyo filete inferior está enderezado para permitir su guiado a través del roscado rectificado. Suelen fabricarse con hilos de acero

© Ediciones Paraninfo

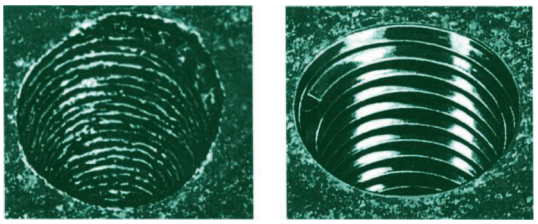


Figura 5.49. Aspecto de una rosca antes y después de ser reparada.

Figura 5.50. Muelles de rosca para insertar.

inoxidable níquel-cromo, laminado en sección romboidal, formando dos roscas concéntricas de alta precisión, una interior y otra exterior. La rosca exterior realiza una función de roscado (tallado) de la rosca defectuosa, y la rosca interior está conformada como una rosca normalizada.

El diámetro exterior del muelle debe ser ligeramente superior al diámetro del núcleo de la tuerca, por lo que la fuerza de expansión ejercida una vez efectuado el montaje, hace que sea prácticamente imposible desenroscarlo.

El número de espiras determina la longitud utilizable de los muelles.

Las roscas insertadas permiten el empleo de tornillos de gran resistencia debido al reforzamiento del punto de resistencia, sea cual sea el material en el que se insertan.

Con este tipo de muelles se obtienen roscas muy resistentes en materiales blandos y su utilización evita los fenómenos de corrosión incluso en condiciones severas. Forma una unión elástica entre tornillo y tuerca, y por su fabricación, se adaptan a las posibles diferencias entre el paso de la rosca que se va a reparar y el paso de la rosca insertada, repartiendo los esfuerzos transmitidos por el tornillo al conjunto de los flancos de la rosca o el filete y aumentando la resistencia a la fatiga y al desgaste.

La colocación, fácil y rápida, se realiza utilizando equipos de montaje que incluyen los elementos relacionados en la Figura 5.51.

Figura 5.51. Equipo para el montaje de roscas insertadas.

El proceso de reparación es el siguiente (Figura 5.52):

1. En primer lugar, es necesario **repasar la rosca** que se pretende reparar con un macho del tamaño de la rosca que se va a insertar.

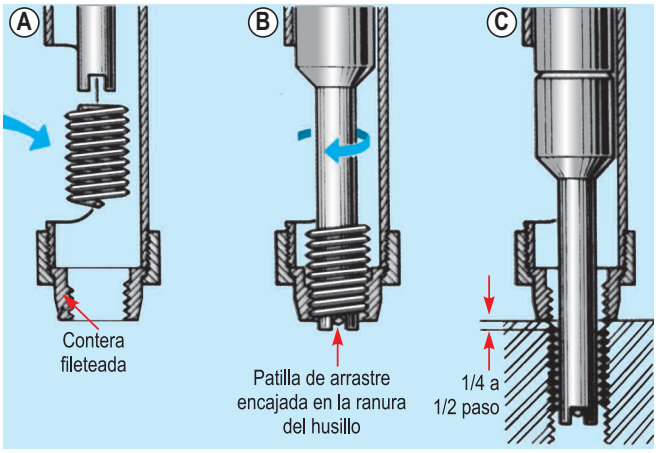


Figura 5.52. Colocación de un muelle de rosca.

2. **Detalle A.** Colocar la rosca insertada sobre el husillo del aparato de colocación (la patilla de arrastre hacia abajo, enclavada en la muesca del husillo). Bajar hasta tocar la primera rosca del extremo saliente fileteado.
3. **Detalle B.** Atornillar (sin empujar) la rosca, hasta que el extremo saliente de la patilla de arrastre rebase la superficie interior de la contera fileteada, sin que la rosca insertada salga de dicha contera. Colocar el aparato axialmente sobre el agujero roscado y atornillar la rosca insertada haciendo girar el husillo (sin empujar para evitar saltarse una espira).

© Ediciones Paraninfo

4. **Detalle C.** Comprobar la salida de la última espira y, solo con ayuda del husillo, colocarla ligeramente por debajo de la superficie de la pieza.

Reparación con casquillos roscados

Este sistema de reparación se utiliza, al igual que el anterior, para la reparación de roscas defectuosas, con un mayor o menor grado de destrucción de las mismas. Utiliza casquillos de acero o cobre, y garantiza una instalación de forma sencilla. A nivel de resistencia, soporta cargas elevadas, incluso de manera permanente.

Figura 5.53. Casquillos roscados.

Los casquillos suelen tener las paredes delgadas, debido a que el fileteado es sincrónico. La parte inferior no está totalmente conformada, ya que este acabado se realiza al terminar el proceso de inserción del casquillo con la herramienta de montaje. Esta herramienta comprime al casquillo por la parte inferior contra las paredes del material base, con lo que se consigue una fijación resistente y estanca. Asimismo, el casquillo dispone de un borde que sirve de referencia para un correcto posicionamiento sobre la pieza que hay que reparar.

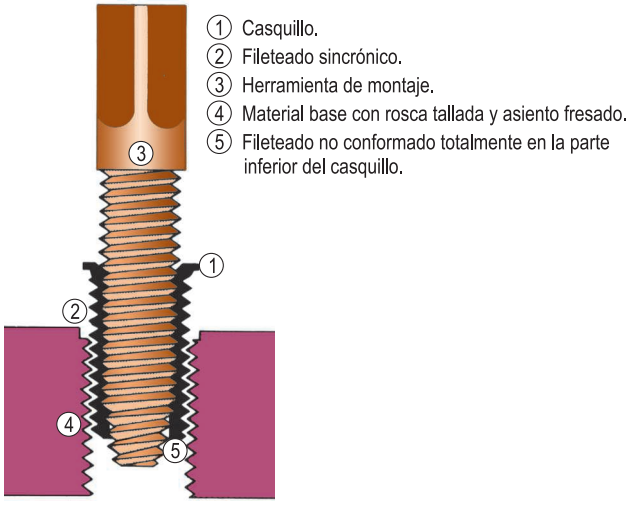


Figura 5.54. Componentes propios de este sistema de montaje.

El proceso operativo para la inserción de los casquillos se realiza de la siguiente forma:

1. Eliminar hasta el fondo la rosca antigua, utilizando la broca **a**. Es muy importante mantener la perpendicularidad entre la broca y el orificio.
2. Avellanar la base del orificio con la fresa **b**. De este modo, el casquillo roscado tendrá un asiento limpio y alineado con la superficie de la pieza.

Figura 5.55. Equipo de colocación de casquillos roscados.

3. Tallar la nueva rosca con el macho de roscar **c**, roscando hasta el fondo del orificio, y comprobando de nuevo la perpendicularidad de la herramienta.
4. Eliminar las virutas producidas por el corte de la herramienta, y roscar ligera y manualmente el casquillo sobre el orificio. A continuación engrasar el roscador **d**, e introducirlo por el casquillo. El giro de la herramienta lo roscará sobre la rosca previamente tallada en el orificio hasta un punto en que la herramienta comenzará a tallar la rosca interior del casquillo, que quedará insertado de esta manera sobre la rosca de la pieza, consiguiéndose un

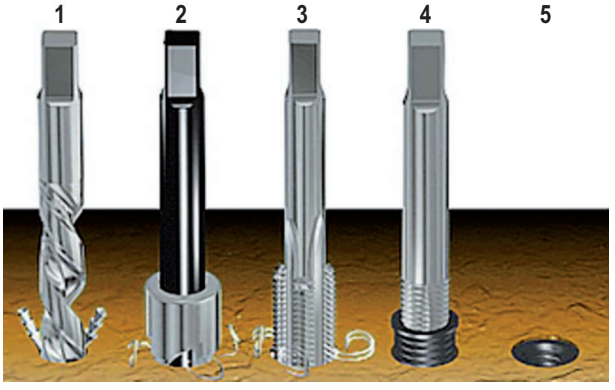


Figura 5.56. Proceso de colocación de casquillos roscados.

© Ediciones Paraninfo

ajuste resistente y estanco. Cuando el roscador vuelva a girar con más facilidad, será síntoma de que la rosca interior está totalmente acabada, por lo que ya puede retirarse la herramienta.

5. Limpiar y lubricar (en su caso) la rosca interior.

5.1.7. Recomendaciones de seguridad e higiene en las intervenciones sobre ensamblajes atornillados

Para evitar en lo posible la aparición de problemas o anomalías en los procesos de apriete/aflojado de tornillos o tuercas, es necesario tener presente una serie de recomendaciones:

- Limpiar las superficies a unir.
- Engrasar convenientemente las superficies de contacto (arandela y pieza), en los casos que sea necesario.
- Respetar el par de apriete recomendado por el fabricante.
- Utilizar productos desblocantes antes de comenzar los procesos de aflojado.
- Desmontar los elementos anejos al ensamblaje, necesarios para poder obtener una maniobrabilidad suficiente que permita disponer de un radio de giro adecuado a la hora de aplicar la fuerza necesaria para el montaje/desmontaje de la unión.
- No acoplar brazos de palanca a las herramientas con el fin de conseguir más fuerza de torsión, ya que pueden producirse roturas o resbalamientos que, aparte de dañar a los elementos del ensamblaje, ocasionan un elevado riesgo para la seguridad del operario.
- Utilizar la herramienta adecuada a la cabeza del tornillo.
  - En el caso de cabeza hexagonal, es recomendable utilizar llaves de estrella (hexagonales) para evitar el redondeado de las aristas de la cabeza.
  - En el caso de tornillos con cabeza ranurada o con huella cruciforme, es importante elegir correctamente la dimensión del extremo de la hoja que corresponda exactamente a la huella del tornillo en cuestión (Figura 5.57). En el caso n.º 1, el destornillador es demasiado grande y no penetra hasta el fondo de la huella; los puntos de contacto entre destornillador y cabeza del tornillo pueden dañarse y el destornillador resbalar fuera del tornillo. En el n.º 2, el destornillador, al ser demasiado pequeño, flota en la cabeza del tornillo, con lo que el par de apriete solo se transmite por las aristas de la hoja con el consecuente deterioro de la herramienta y el tornillo. La elección correcta es la n.º 3, donde al aplicar el esfuerzo trabaja toda la superficie de la hoja.

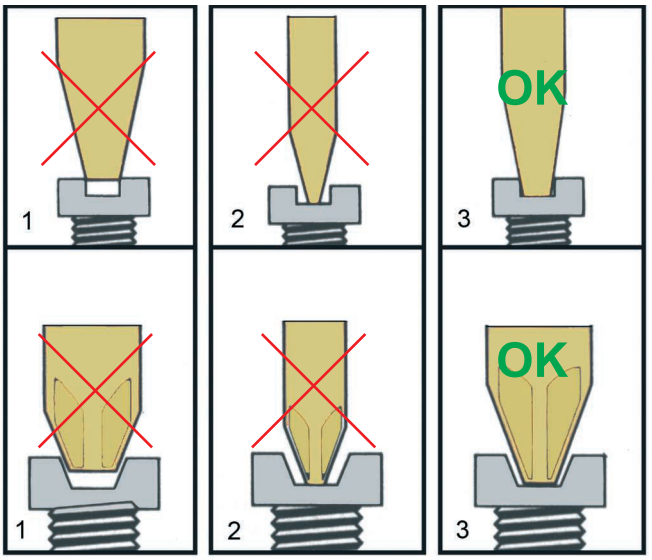


Figura 5.57. Elección del útil apropiado.

- Para posicionar tornillos en lugares de difícil acceso, puede resultar útil usar unas herramientas denominadas «colocatornillos» con la punta imantada, que facilitan enormemente la operación.

Figura 5.58. Herramienta para colocar tornillos en lugares de difícil acceso.

- En caso de tornillos oxidados o en mal estado, a veces puede resultar interesante utilizar adhesivos especiales que, una vez aplicados sobre la cabeza del tornillo o punta de la herramienta, aumentan hasta cinco veces la torsión ejercida, a la vez que impiden que resbale la cabeza del destornillador.

© Ediciones Paraninfo

5.2. Uniones remachadas

Este tipo de uniones suele utilizarse en ensamblajes que no participan de manera importante en materia de resistencia estructural, y que sufre escasas intervenciones. También se emplea en aquellas uniones que presentan dificultades debidas a la naturaleza de los materiales a unir, como es el caso del aluminio.

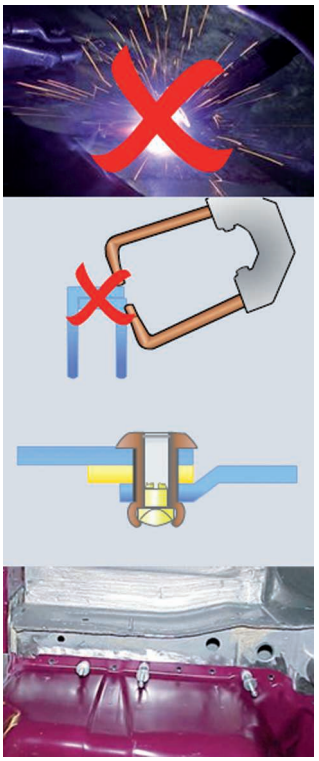


Figura 5.59. **Casos en los que es recomendable utilizar el remachado.**

Además de todo lo anterior, la unión mediante remachado de piezas de la carrocería se realiza cuando:

- Existe peligro de corrosión por efecto de las altas temperaturas que se generan en el proceso de soldadura.
- La zona de unión presenta un acceso difícil para el equipo de soldadura.
- En necesario unir varias capas de chapa.
- Se quiere realizar las reparaciones de forma fácil y rápida.
- Se trata de carrocerías «híbridas», fabricadas con diferentes materiales.

Otro de los usos del remachado se centra en la «panelería» exterior de vehículos y, con menos frecuencia, para colocación de ciertos kits de personalización, que incluyen accesorios como: *spoilers*, estribos, cantoneras de aletas, etcétera.

Para realizar la operación de remachado las piezas se deben solapar, no es necesario someter las superficies a ningún pretratamiento, y en el caso de piezas de aluminio no es necesario eliminar la capa protectora de óxido superficial.

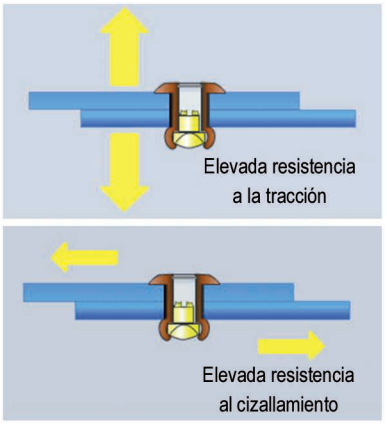


Figura 5.60. **Características de las uniones remachadas.**

Las ventajas que presenta el remachado pueden resumirse en:

- Las piezas no se deforman.
- Los materiales no pierden rigidez.
- No hay ningún peligro de corrosión debido a las altas temperaturas.
- La unión presenta una elevada resistencia a la tracción (aunque algo escasa respecto al cizallamiento).
- No se necesita un equipamiento muy caro.
- Es una técnica muy ecológica.
- Ofrece un desmontaje más sencillo que las uniones soldadas.

El elemento más característico de este tipo de uniones es el remache o roblón. Este se introduce en unos agujeros de diámetro apropiado practicados sobre dos chapas previamente solapadas, e impide su separación, por el ensanchamiento de sus extremos. Como se aprecia en la Figura 5.61, los extremos del remache presionan fuertemente las chapas entre sí, de manera que se genera una importante fuerza de adherencia F, que soporta en buenas condiciones las eventuales fuerzas de cizallamiento F′ a las que puede verse afectada la unión. Esta fuerza de

© Ediciones Paraninfo

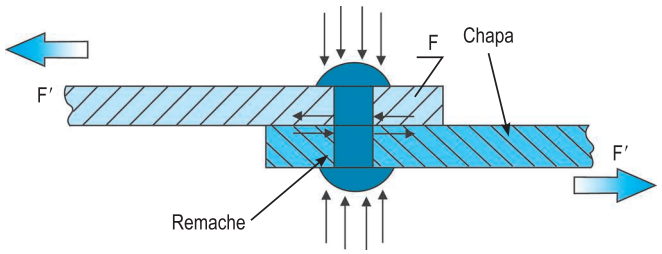


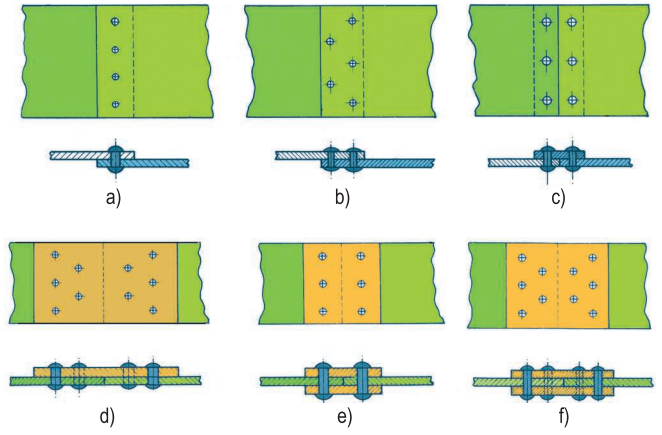
Figura 5.61. Unión remachada.

adherencia, producto de la presión entre las dos chapas, logra una buena estanqueidad de la junta si las costuras se realizan de manera adecuada.

5.2.1. Tipos de juntas

Existe gran diversidad de formas para colocar las chapas que hay que remachar, en función de características entre las que destacan la resistencia mecánica o el grado de estanqueidad requeridos. Básicamente, se diferencian en la distribución de los remaches y en la utilización o no de planchas «cubrejuntas». Entre los tipos de unión remachadas más habituales se encuentran las de tipo costura, se trata de un conjunto de remaches alineados en filas regulares.

En cualquier caso, estas piezas no deben instalarse en áreas sujetas a una vibración excesiva o en piezas estructurales, ya que podrían soltarse y debilitar o destruir el ensamblaje.



a) Costura por solape y una sola fila de remaches.
b) Costura por solape y dos filas de remaches a tresbolillo.
c) Costura con cubrejuntas y dos filas de remaches.
d) Costura de cubrejuntas y cuatro filas de remaches a tresbolillo.
e) Costura con dos cubrejuntas y dos filas de remaches.
f) Costura con dos cubrejuntas y cuatro filas de remaches a tresbolillo.

Figura 5.62. Diferentes tipos de costuras con remaches.

5.2.2. Remaches

Los remaches son los elementos de unión en las operaciones de remachado (roblonado). Los más utilizados son de acero, aluminio, cobre, latón/bronce, etcétera.

Consisten en un vástago metálico, habitualmente cilíndrico, cuyos extremos acaban en dos cabezas; una de ellas ya formada y la otra que se forma durante la operación de remachado (cabeza de cierre).

A nivel general, existen dos grandes grupos:

- Remaches para conformar.
- Remaches de tracción.

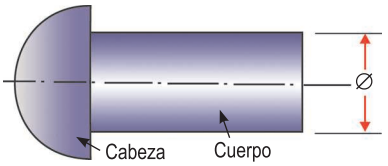


Figura 5.63. Estructura del remache.

Remaches para conformar (de compresión)

Básicamente, se utilizan en aquellas uniones que resultan accesibles por ambos lados de las chapas. Pueden ser de varios tipos:

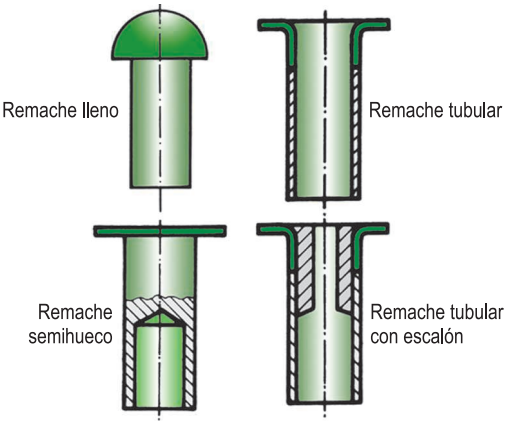


Figura 5.64. Tipos de remaches.

La cabeza puede adoptar diferentes formas en función del aspecto final de la superficie de unión. Las más habituales son:

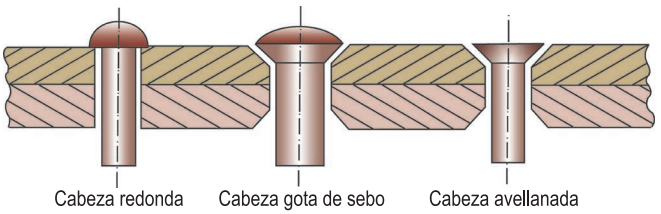


Figura 5.65. Diferentes remaches según la forma de la cabeza.

© Ediciones Paraninfo

El cuerpo del remache debe tener un diámetro de, aproximadamente, 1,8 veces el espesor de la chapa más delgada, y una longitud superior al espesor total de las chapas para permitir la formación de la cabeza de cierre.

Estos remaches se designan mediante:

- La forma de su cabeza.
- El diámetro del vástago.
- Su longitud.

Remachado y roblonado

Cuando la operación se realiza con remaches de diámetro inferior a 10 mm, que se introducen y conforman en frío, se denomina remachado. Cuando los remaches tienen un diámetro superior a 10 mm y se conforman en caliente, la operación recibe el nombre de roblonado.

El proceso operativo para realizar la unión consiste en:

1. Taladrar las piezas, de manera que los orificios, donde se han de introducir los remaches, sean coincidentes; para ello es recomendable, siempre que se pueda, taladrar las dos chapas juntas. Hay que tener en cuenta que el diámetro de los orificios debe ser ligeramente mayor que el de los remaches a utilizar.

Figura 5.66. **Piezas taladradas para remachar.**

2. Situar el remache apoyando su cabeza sobre estampa o sufridera, y asentar las chapas mediante un embutidor o ajustador.

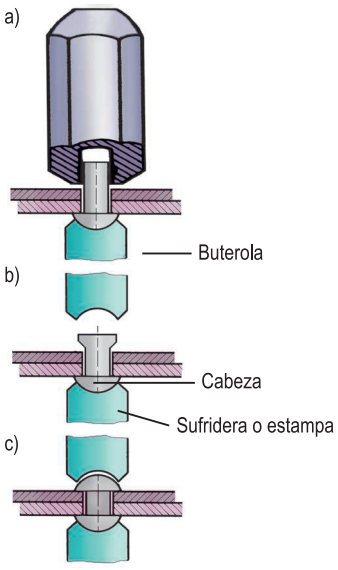


Figura 5.67. **Proceso de conformación de un remache de compresión.**

3. Realizar, mediante el martillo, un conformado previo de la cabeza del remache.
4. Colocar sobre la cabeza de cierre parcialmente conformada, una buterola que ajuste perfectamente sobre la cabeza del remache, y aplicar sobre ella un pequeño número de martillazos enérgicos, hasta la correcta conformación de la cabeza.

Remaches de tracción

Este tipo de remaches se utiliza cuando solo se tiene acceso por un lado de la unión. Consisten en unas espigas cilíndricas huecas en cuyo interior se desplaza un vástago o clavo provisto de un ensanchamiento que queda situado en el extremo contrario a la cabeza de la espiga.

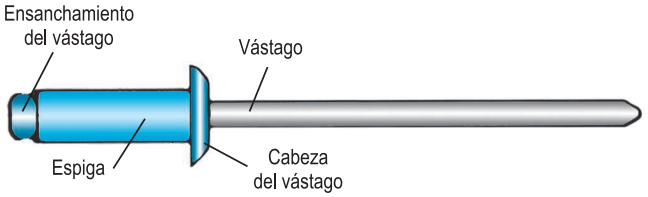


Figura 5.68. **Estructura del remache de tracción.**

Para la instalación de los remaches de tracción se utilizan las herramientas denominadas «remachadoras». En la Figura 5.69 pueden observarse algunas variedades de las mismas.

1. Remachadora manual. Hay una variedad con cabezal giratorio para permitir el acceso a ensamblajes difíciles.
2. Remachadora de palanca. Para remaches con cabezas o espigas de gran tamaño.
3. Remachadora de empuje. Para una utilización similar a la anterior.
4. Remachadora neumática.

Figura 5.69. **Diferentes tipos de remachadoras.**

Los remaches de tracción o remaches ciegos se designan habitualmente por el diámetro y la longitud de la espiga, y el material de fabricación. En la práctica, se tiende a utilizar remaches de cabeza larga, debido a que el mismo remache se puede usar para distintos espesores de

© Ediciones Paraninfo

chapas, o con suplemento de arandelas (Figura 5.70.a). Con ello se consigue más simplicidad a la hora de elegir las características del remache apropiado. Al mismo tiempo, al ser la espiga tan larga, se llena completamente el hueco (Figura 5.70.b), con lo que se consigue una unión altamente resistente.

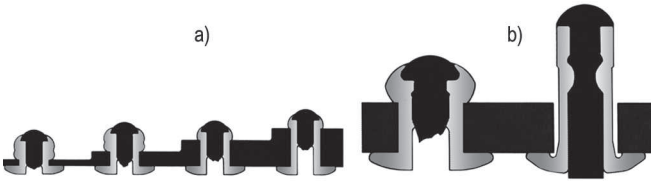


Figura 5.70. Uso de los remaches de tracción.

Como se mencionó anteriormente, en cuanto a la utilización en ensamblajes de carrocería se refiere, los remaches se utilizan principalmente para la colocación de ciertos accesorios, placas de matrícula, tapizados, o para unir materiales de distinta naturaleza.

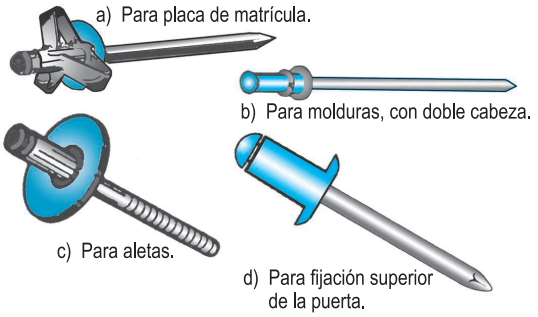
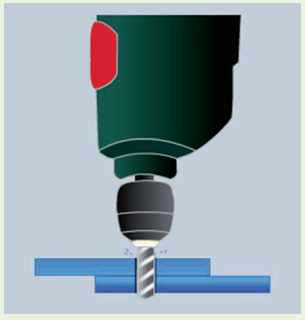


Figura 5.71. Tipos de remaches más utilizados en carrocería.

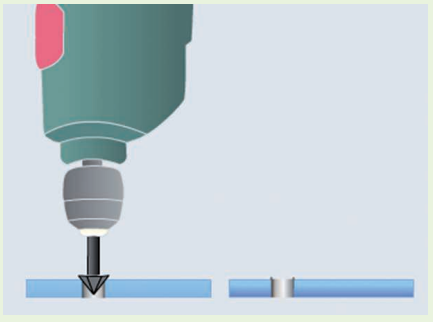
PROCESO DE REMACHADO CON REMACHES DE TRACCIÓN

1 Solapar las piezas a remachar.

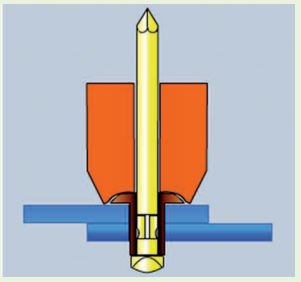
2 Taladrar las piezas.



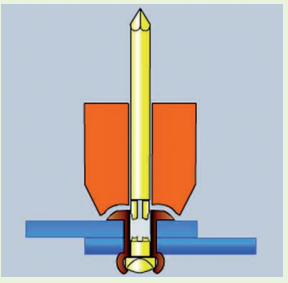
3 Separar las piezas y limpiar los orificios.



4 Se vuelven a juntar las chapas y se introduce el vástago en una herramienta (remachadora) provista de una boca que además de sujetar la cabeza de la espiga, tira del vástago.



5 El desplazamiento del vástago provoca la deformación del extremo de la espiga que, de esta forma, se asienta en los bordes de la chapa correspondiente, con lo que se cierra la unión. Una vez que se ha producido dicha deformación, al seguir ejerciendo una fuerza de tracción sobre el vástago, se produce su rotura; quedando el remache perfectamente colocado.



6 Por último, se hermetizan los bordes.

© Ediciones Paraninfo

Remachado con pegado

El remachado con pegado es una variante del remachado, que consiste en interponer una capa adicional de pegamento entre las superficies de las piezas a remachar.

Esta capa de pegamento aumenta la resistencia de la unión, aísla las superficies de contacto y reduce ruidos y vibraciones; por tanto, con esta técnica es posible unir piezas de acero y de aluminio.

Con este tipo de remachado se eleva en gran medida la resistencia al cizallamiento de la unión.

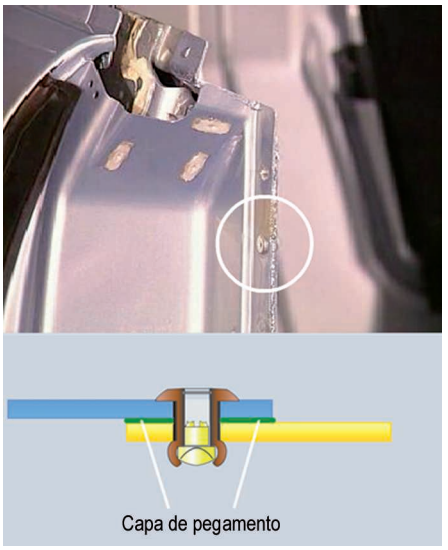
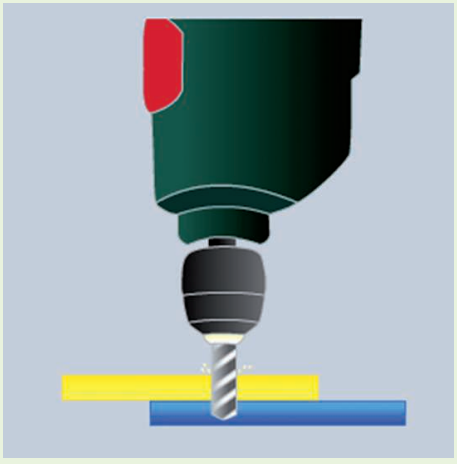


Figura 5.72. **Unión remachada y pegada.**

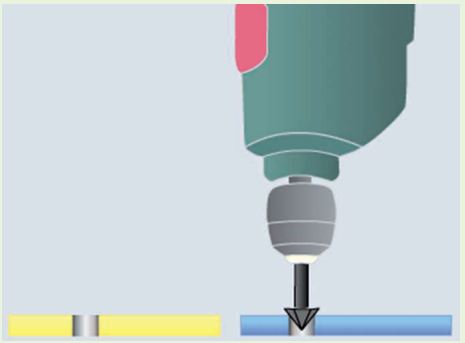
PROCESO DE REMACHADO PEGADO

1 Solapar las piezas a remachar.

2 Taladrar las piezas. En caso de materiales de distinta naturaleza, hay que tener mucho cuidado en recoger todas las virutas del taladrado para evitar el fenómeno de corrosión por contacto.

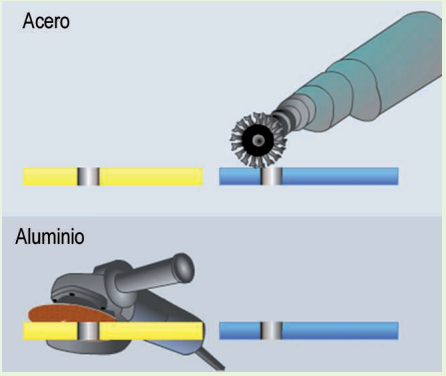


3 Separar las piezas y limpiar los orificios, manteniendo las precauciones de recoger cualquier resto de materiales.



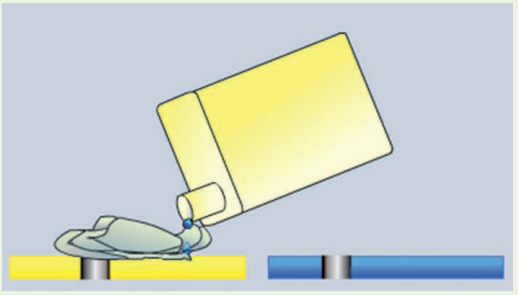
4 Las superficies deben tratarse previamente para que la capa de pegamento quede bien adherida a las chapas. Para ello, las superficies se lijan hasta que queden brillantes.

Para el acero se utiliza un cepillo de acero o papel de lija. Para el aluminio se utiliza papel de lija de silicato o un cepillo de acero inoxidable.

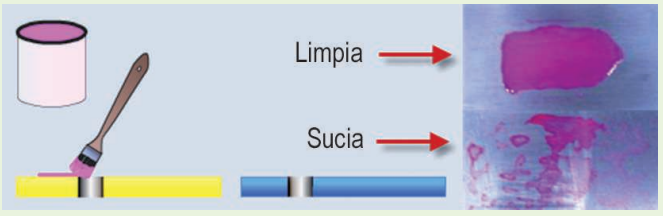


© Ediciones Paraninfo

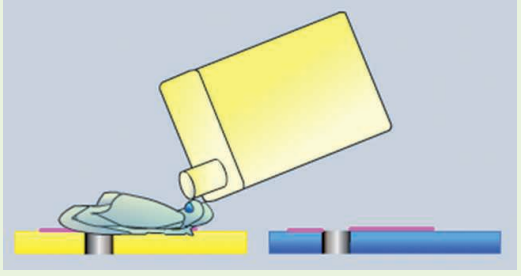
5 Las superficies se limpian con un paño que no desprenda pelusa impregnado en disolvente para eliminar cualquier resto de grasa, aceite o pintura.



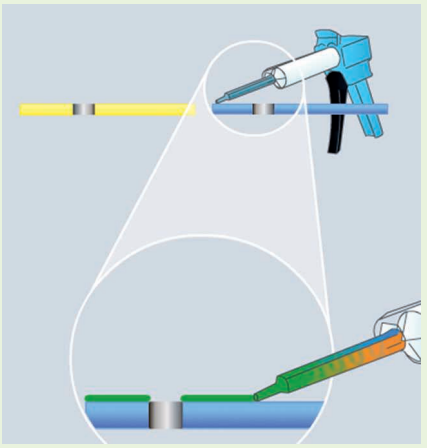
6 Para comprobar que en las superficies de pegado no quede ningún resto de grasa, aceite o pintura, se aplica un indicador.



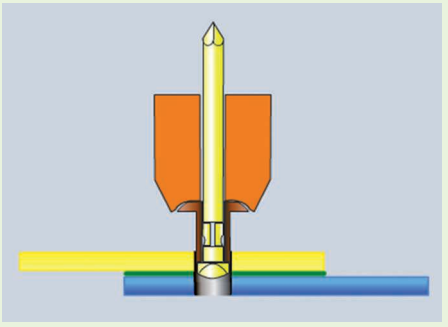
7 Si las superficies están sucias, hay que volver a realizar el tratamiento. En caso de estar limpias, se elimina el indicador utilizando disolvente.



8 Aplicar el adhesivo bicomponente sobre la superficie de contacto de ambas piezas.



9 Se vuelven a juntar las chapas y se introduce el remache.



10 Se tira del vástago del remache y se hermetizan los extremos de la junta.

5.2.3. Remachado estampado

En las carrocerías de aluminio, las uniones mediante remaches estampados sustituyen a las realizadas con soldadura por puntos de resistencia durante la fase de fabricación, ya que se obtienen unas uniones un 30 % más resistentes.

Esta técnica de remachado estampado consiste en juntar dos chapas que llevan un estampado previo y unirlas con remaches semihuecos autoperforantes insertados mediante aire a presión. Al introducirse el remache mediante el punzón, es capaz de perforar una de las chapas de aluminio y de expandirse (clavándose) en la chapa

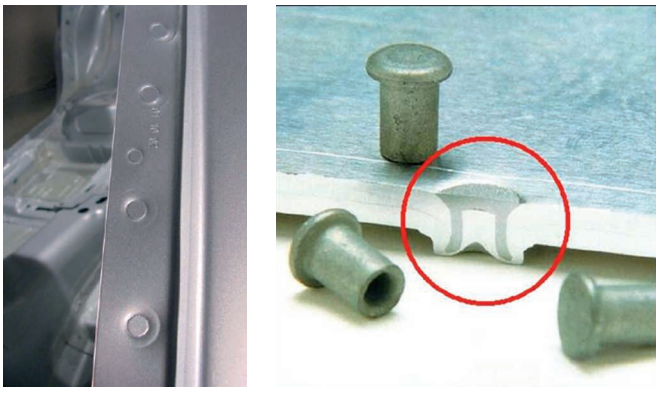


Figura 5.73. **Remachado estampado.**

© Ediciones Paraninfo

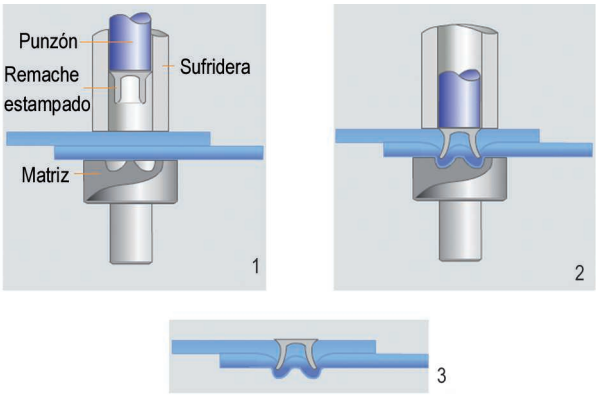


Figura 5.74. **Proceso de remachado estampado.**

Figura 5.76. **Herramienta para extraer remaches.**

portante. La matriz situada en la parte inferior proporciona la forma adecuada a la unión.

El remachado estampado se utiliza principalmente para unir chapas, perfiles extrusionados y sus combinaciones en toda la estructura de la carrocería de aluminio. En comparación con la soldadura, este procedimiento presenta la ventaja adicional de necesitar menor cantidad de energía para la ejecución del proceso de unión. Por el contrario, este tipo de unión tiene el inconveniente de que solo es posible realizarlo en la fase de fabricación de la carrocería. En reparación, cuando no se tenga acceso por las dos caras, se emplean remaches ciegos.

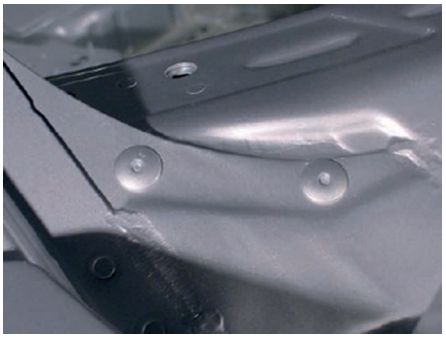


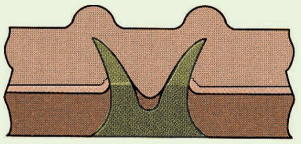
Figura 5.75. **Remaches ciegos.**

Extracción de remaches

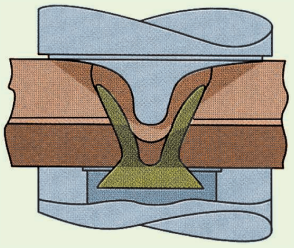
Para la extracción de remaches autoperforantes se utiliza, siempre que sea posible, una remachadora específica para este tipo de operaciones. Esta herramienta suelda el remache a un perno y lo extrae por tracción. La remachadora utilizada sirve tanto para extraer remaches estampados como para colocar remaches ciegos; para ello, incorpora dos cabezales intercambiables. Para realizar esta operación es necesario tener acceso a ambas caras del remache. En caso de que no exista este acceso o la geometría de la pieza impida el uso de la remachadora, el remache se ha de retirar mediante el empleo de una broca; es recomendable, siempre que sea posible, efectuar esta operación por la cara expandida del remache, en lugar de acometerla por la cara de la cabeza. En el caso de remaches ciegos, la extracción se realiza siempre desde el lado de la cabeza, retirando el centro del remache con un punzón y extrayendo el resto con una broca.

PROCESO DE DESMONTAJE DE UN REMACHE ESTAMPADO

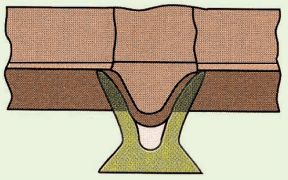
1 Unión por remache estampado.



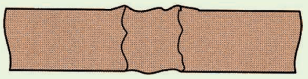
2 Aplicación de los útiles especiales.



3 Remache estampado extraído con el útil especial. Retirar la pieza dañada, con el remache extraído de la chapa inferior.



4 Devolver a la pieza su forma original.

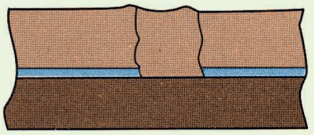


Útil especial

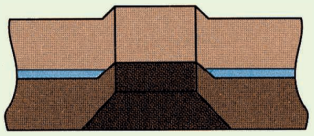
© Ediciones Paraninfo

PROCESO DE REPARACIÓN DE UN REMACHE ESTAMPADO

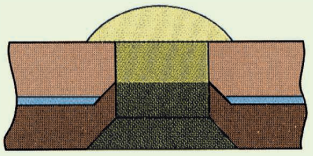
1 Adaptar la nueva pieza.



2 Estampar y acuñar (en su caso) el orificio para el remache de repuesto.



3 Lijar la brida hasta que no haya pintura, unirla y remachar. Por regla general, todas las uniones por remaches se pegan con adhesivos biocomponentes.



Pegamento 2 K Remache

- Uniones a prueba de torsión y gran capacidad sustentadora.

El proceso operativo para realizar el montaje de este tipo de elementos es el siguiente (Figura 5.78):

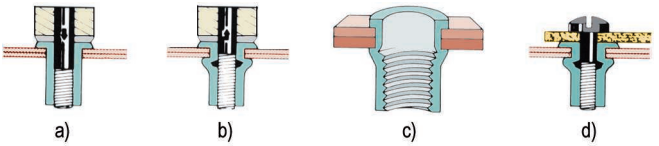


Figura 5.78. Inserción de una tuerca remachable.

a) Roscar la tuerca remachable en la boquilla de la remachadora (específica para realizar este tipo de operación) e introducirla en el agujero.

b) Accionando la remachadora, se desplaza la boquilla. Este desplazamiento provoca un aplastamiento del vástago en forma de remache anular.

c) Desenroscar la boquilla; la tuerca queda perfectamente fijada remachando la(s) chapa(s) del ensamblaje, posibilitando una fijación atornillada adicional.

d) Con tornillos de rosca normalizada pueden montarse más elementos.

5.2.4. Tuercas remachables

Las tuercas remachables son remaches roscados ciegos, que combinan dos tipos de fijación: el remache ciego y la unión atornillada. De este modo existe la posibilidad de establecer una unión atornillada entre elementos de paredes relativamente delgadas. Por tanto, se pueden utilizar para realizar, tanto uniones remachadas como atornilladas. Esto permite obtener uniones seguras, y a la vez, montar otras piezas utilizando tornillos comunes.

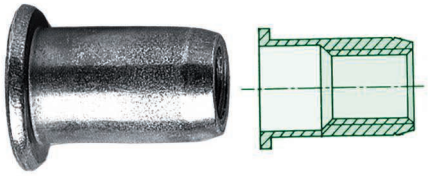


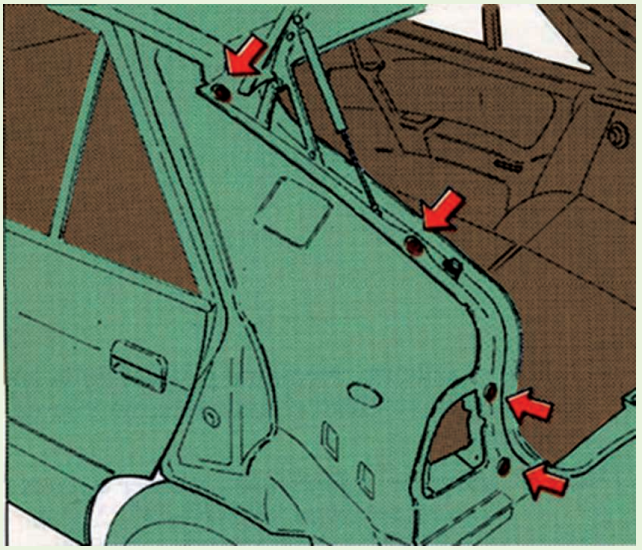
Figura 5.77. Tuerca remachable o remache roscado.

Las ventajas que supone el utilizar estos elementos se pueden resumir en:

- Posibilidad de aplicación en ensamblajes con accesibilidad por un solo lado, por lo que resulta muy adecuado para perfiles cerrados.
- Facilidad y rapidez de aplicación.

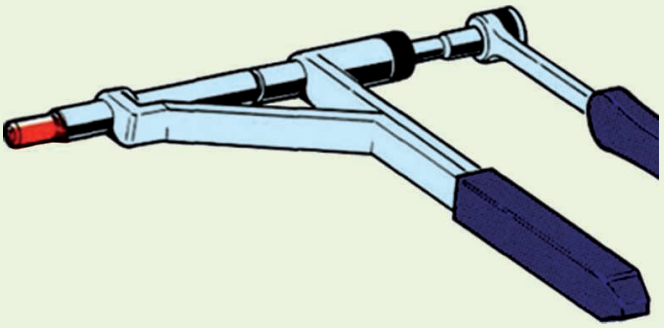
PROCESO DE REPARACIÓN INSERTANDO TUERCAS REMACHABLES

1 En la figura se muestran los puntos en que se deberán montar las tuercas remachables en caso de sustitución del armazón interior del guardabarros posterior.

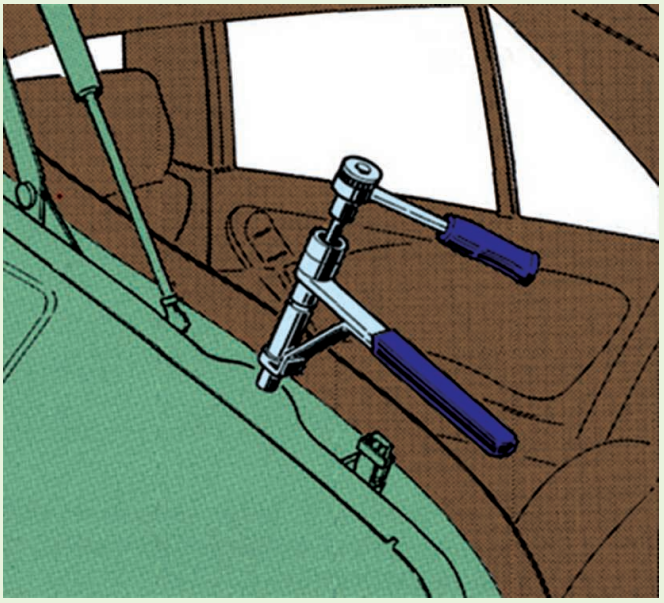


© Ediciones Paraninfo

2 A continuación, hay que roscar completamente la tuerca remachable sobre el tornillo de tracción de la remachadora específica.



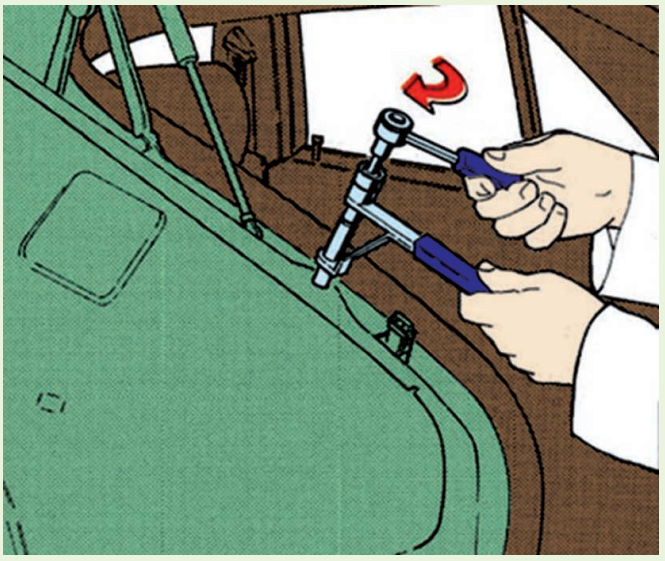
3 Introducir la tuerca remachable en el interior del orificio hexagonal del armazón, tal y como se ilustra en la figura.



4 Actuando tal como se indica en la figura, apretar a fondo el tornillo de tracción utilizando una carraca y haciendo reacción mediante la manivela de la remachadora.

El apriete se acaba cuando la resistencia de enroscamiento aumenta brusca y excesivamente.

5 Cuando se ha terminado el apriete, aflojar la tuerca y el tornillo de tracción mediante la manivela.

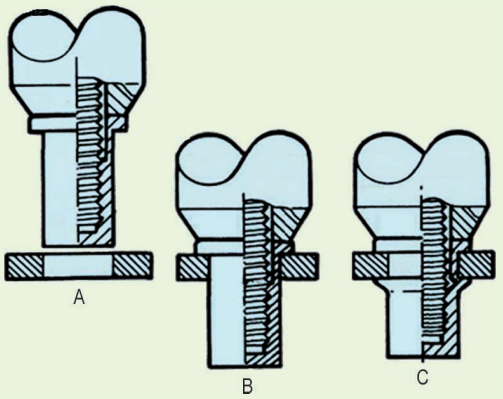


6 Posición de la tuerca remachable durante todo el proceso:

Fase A: se acerca la tuerca a su alojamiento (orificio hexagonal).

Fase B: se introduce la tuerca en el orificio hexagonal del armazón guardabarros hasta que la cabeza de la tuerca esté en contacto con la carrocería.

Fase C: se aprieta a fondo el tornillo de tracción hasta deformar la tuerca, tal como se indica en la figura.



© Ediciones Paraninfo

5.3. Uniones articuladas

Son sistemas de unión empleados para mantener las piezas unidas al tiempo que permiten el giro de una sobre otra independientemente. Para ello emplean piezas intermedias que sirven de unión y eje sobre el que basculan una o ambas piezas según el tipo de articulación. Es el caso de la clásica bisagra que se utiliza para la fijación de las puertas, capós y maleteros.

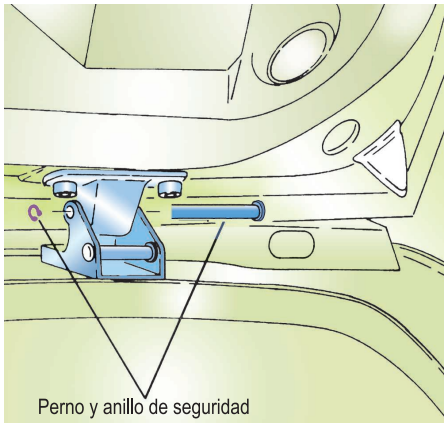


Figura 5.79. **Bisagra y su sistema de fijación.**

5.3.1. Pernos

Son elementos de fijación que se emplean, sobre todo, en uniones con articulación. Constan (Figura 5.80.a) de un cuerpo cilíndrico con cabeza tipo «botón», y suelen tener un orificio en el que se introduce un pasador de aletas o de horquilla, previo montaje de una arandela para completar el ensamblaje, y evitar así que pueda salirse la pieza articulada. En otras ocasiones, el propio perno tiene una horquilla para realizar la función de bloqueo (Figura 5.80.b).

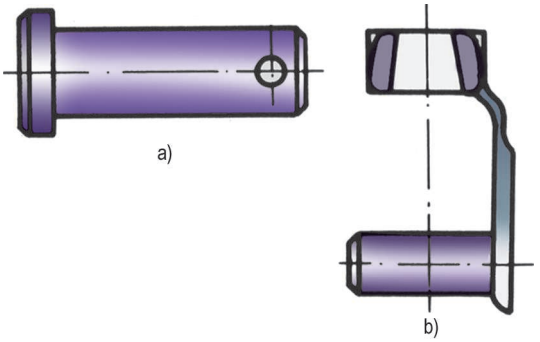


Figura 5.80. **Pernos: a) de pasador, b) autobloqueo.**

5.3.2. Pasadores

Son los elementos que sirven de enlace entre las dos piezas que constituyen la unión y permiten o aseguran en algunos casos un cierto movimiento entre ambas; como es el caso de la clásica bisagra que se utiliza para la fijación de las puertas, capós y maleteros. En otros casos se utilizan también para impedir un movimiento o para mantener las piezas alineadas. De forma general, pueden clasificarse en dos grupos diferenciados:

- Los que su función es evitar que los pernos se deslicen y se salgan, soltando la articulación:
  - Cilíndricos. Se utilizan para posicionar o alinear los componentes de un ensamblaje (articulado o no). Suelen ser macizos con un extremo biselado para facilitar su inserción en un agujero perfectamente mecanizado.

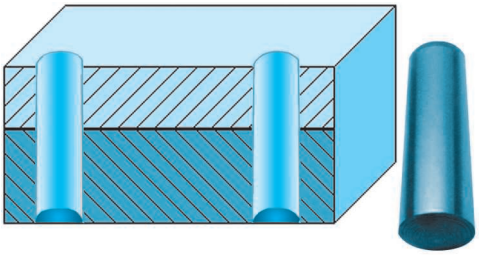


Figura 5.81. **Pasador cilíndrico.**

  - De aletas. Sirven para evitar que los tornillos y las tuercas se salgan. Para que la unión resulte fiable, debe tener poco juego lateral una vez introducido en su alojamiento correspondiente; si resulta demasiado largo, es necesario cortarlo, de tal manera que los extremos puedan doblarse ligeramente utilizando unos alicates.

Figura 5.82. **Pasador de aletas.**

  - De horquilla (pasador beta). Se suelen utilizar como elemento de cierre. Insertados en el extremo de un eje, evitan que se salga algún componente que intervenga en el montaje. Se usan, asimismo, para inmovilizar uniones en las que intervengan tuercas con ranuras.

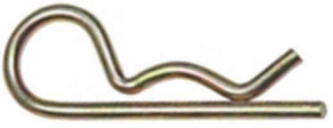


Figura 5.83. **Pasador de horquilla.**

© Ediciones Paraninfo

– De anilla (articulados). Llevan un anillo elástico pretensado, y al igual que los anteriores, se emplean como elementos de cierre o fijación de pernos, tubos o varillas.

Figura 8.84. **Pasador de anilla.**

- Los que pueden servir de eje sin necesidad de otros elementos de fijación:
  – Elásticos. Al igual que los cilíndricos, se usan para fijar diferentes elementos entre sí. Presentan la ventaja que al ser elásticos tienen un margen mayor de utilización (siempre que el agujero sea de diámetro inferior), y determinan su estabilidad en el ensamblaje. Son huecos y suelen tener un extremo biselado para facilitar su inserción.

Figura 5.85. **Pasadores elásticos.**

  – Cónicos. Tienen un diámetro más grande en un extremo que en el otro. Suelen ser tanto huecos como macizos. Se utilizan para posicionar y enclavar piezas pareadas.

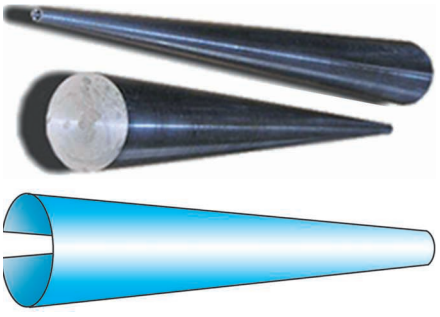


Figura 5.86. **Pasador cónico.**

5.4. Uniones realizadas con otros elementos de sujeción

Al igual que ciertas clases de tuercas (almenadas, autofrenantes, etc.) y arandelas (Grower, dentadas, etc.), existen determinados elementos cuya función es evitar que otros elementos de fijación se suelten o aflojen durante el funcionamiento del mecanismo en el cual está ensamblado, o limitar su movimiento.

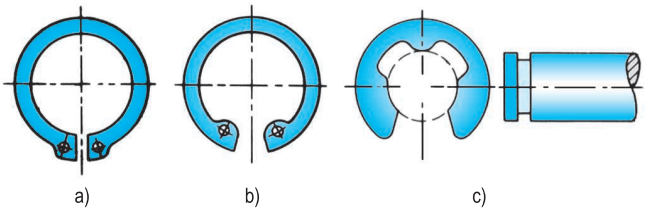
Entre otros, se pueden destacar los siguientes:

5.4.1. Anillos de seguridad

Son piezas sin rosca que se instalan en la garganta o ranura de ciertos componentes. Estos elementos son apropiados para:

- Limitar de forma segura la libertad de acción de una pieza sobre un eje o árbol.
- Evitar que salgan de su alojamiento ejes, árboles, etc., sometidos a esfuerzos tanto axiales como radiales.
- Transmitir determinadas fuerzas de apriete y de tracción.

Entre los más habituales, se encuentran los que se mencionan en la Figura 5.87.



a) Anillo exterior para ejes.
b) Anillo para alojamientos interiores.
c) Anillo exterior para ejes.

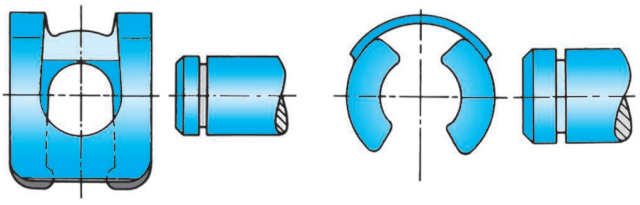
Figura 5.87. **Tipos de anillos de seguridad.**

5.4.2. Seguros

Son elementos cuya función es muy similar a los anteriores. Además, presentan otras ventajas como:

- Una compensación de pequeñas tolerancias de longitud debido a su gran elasticidad.
- Mayores cargas axiales.

© Ediciones Paraninfo



a) Seguro para ejes, montables y desmontables radialmente sin herramientas.
b) Seguro para ejes y distanciador, montable y desmontable radialmente sin herramientas.

Figura 5.88. Tipos de seguros.

5.4.3. Presillas

Son elementos de fijación de piezas, que permiten que estas tengan un cierto juego o movimiento (de rotación) entre ellas. Transmiten muy poca fuerza, y prácticamente, solo soportan esfuerzos de torsión moderados.

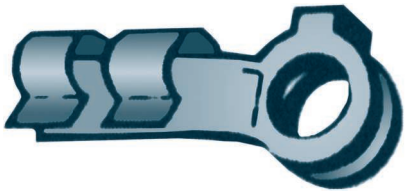


Figura 5.89. Presilla.

5.4.4. Chavetas y tornillos de bloqueo (fiadores o prisioneros)

Las chavetas son pequeñas piezas en forma de «media luna» que habitualmente se introducen en un eje que dispone de un ranurado o chavetero de perfil similar, aunque de menor fondo. De esta manera, al introducirse el conjunto en el interior de una polea o engranaje, la parte que sobresale entra en un «cajeado» o ranura que a tal fin tienen practicados los elementos que se acoplan sobre el eje; con lo que se produce el enclavamiento del conjunto.

Los tornillos de bloqueo sirven asimismo para mantener las piezas alineadas, y para evitar que las poleas, engranajes, etc., resbalen entre sí.

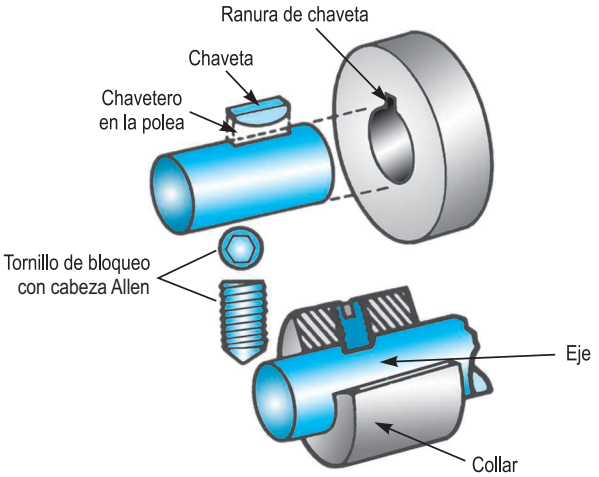


Figura 5.90. Ejemplos de utilización de chavetas y tornillos de bloqueo.

5.4.5. Rótulas

Las uniones mediante rótulas se emplean para la fijación de piezas que deben realizar movimientos de giro relativos axial y radial simultáneamente, se emplean en elementos de la suspensión, dirección, tirantes y otras similares.

Se trata de dos piezas cuya unión permite giros relativos en todas direcciones: una de sus piezas consta de un espárrago roscado en uno de sus extremos (D) y en el otro lleva un mecanizado macizo en forma de bola que gira dentro de la otra pieza. Esta otra pieza de la unión, en un extremo lleva un mecanizado hueco con la forma complementaria a la bola maciza a la cual rodea impidiendo que se salga, permitiendo su giro y en el otro extremo lleva un roscado para su unión con otro mecanismo (C). Pueden ser angulares o rectas, como ocurre con las que montan las barras de dirección en el lado de la rueda o de la cremallera.

Su desmontaje se realiza soltando la tuerca de fijación y, en muchas ocasiones, después de soltar la tuerca hay que desencajar la fijación cónica de la pieza ensamblada mediante extractores de rótulas como el de la Figura 5.92.

© Ediciones Paraninfo

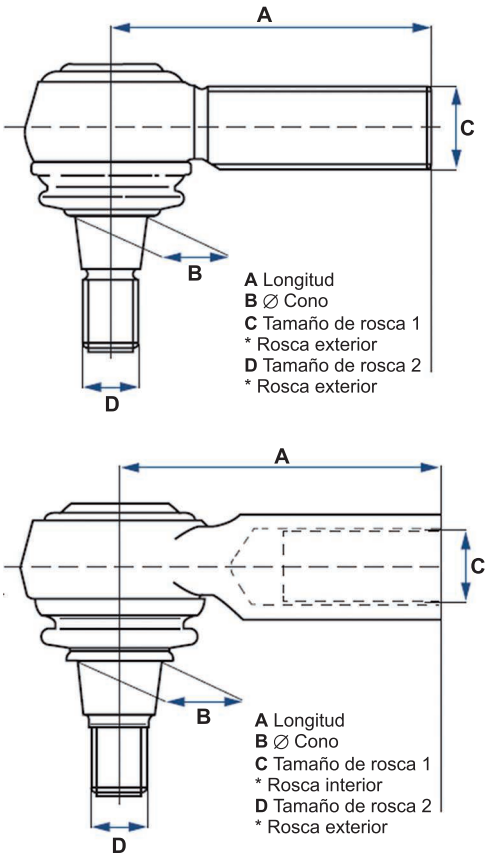


Figura 5.91. **Esquema de rótulas angulares: a) de uniones roscadas, b) de unión atornillada-roscada.**

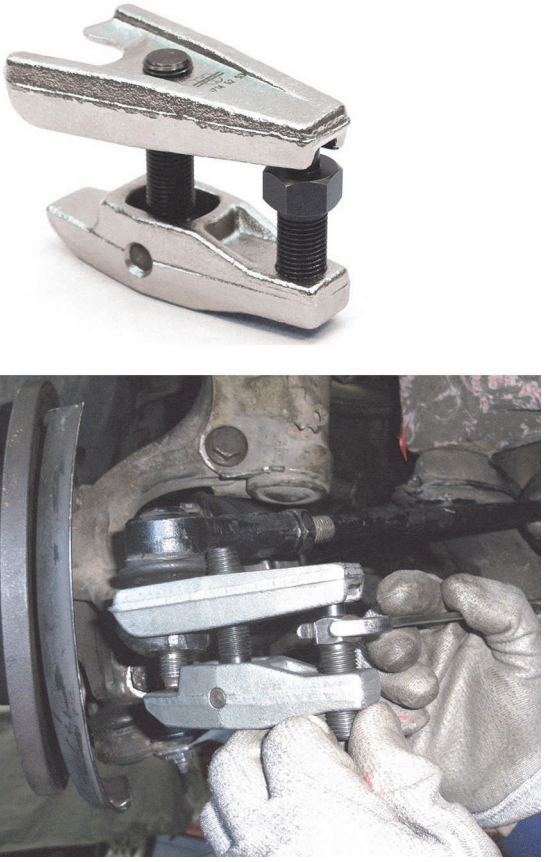


Figura 5.92. **Extractor de rótulas y ejemplo práctico de aplicación.**

5.4.6. Juntas cardan

Las uniones mediante juntas cardan se emplean para la fijación de piezas que tienen que transmitir el giro a elevados pares de fuerza entre piezas que giran en las que la alineación de sus ejes puede ir variando, principalmente se emplean en los árboles de la columna de dirección y en los de transmisión entre el motor y el eje motriz.

Se componen de una cruceta que hace la función de eje, a la que se unen perpendicularmente una y otra parte de la unión. Cada extremo de las piezas a unir tiene forma de horquilla para fijarse a la cruceta. Véase detalle en la Figura 5.92.

© Ediciones Paraninfo

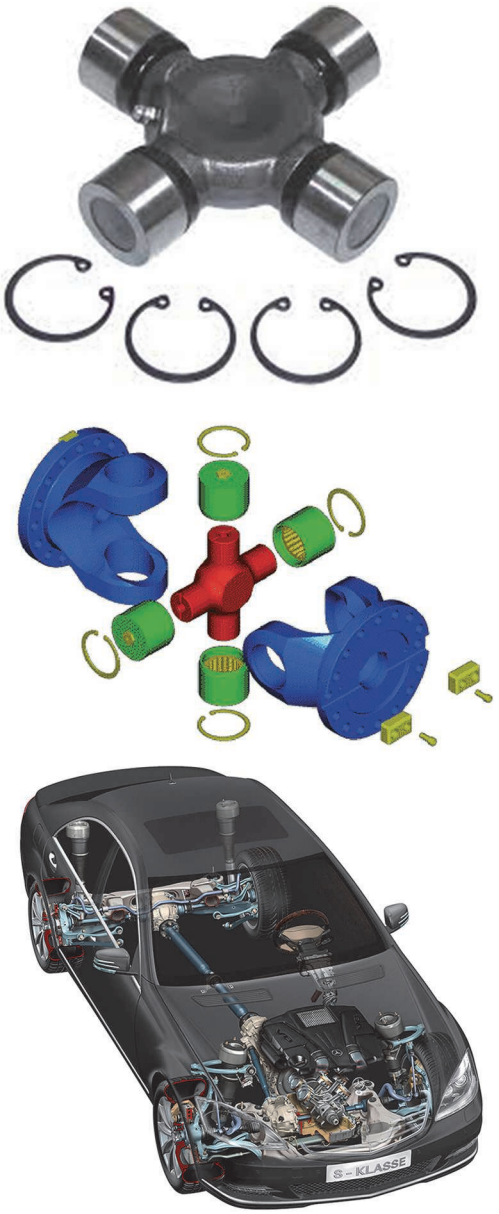


Figura 5.93. Junta cardan, despiece y aplicación en un sistema de transmisión.

5.4.7. Juntas homocinéticas

Las uniones mediante juntas homocinéticas también se emplean para la fijación de piezas que tienen que transmitir el giro a elevados pares de fuerza al tiempo que sus ejes pueden estar desalineados entre cada una de las piezas que unen. A diferencia de las uniones mediante juntas cardan este tipo de unión asegura una velocidad angular igual en todo momento, para evitar vibraciones en ejes que giran a velocidades elevadas. Se utilizan casi exclusivamente en ambos extremos de los palieres.

Figura 5.94. a) Distintos tipos de juntas homocinéticas. b) Palier de transmisión con juntas homocinéticas, tripoide en lado del cambio y de bolas en el lado de la rueda.

5.4.8. Rodamientos

Son elementos de unión cuya misión consiste en permitir el giro de una pieza que gira sobre otra fija y además reducir su rozamiento hasta casi anularlo. Para ello, emplean bolas o agujas interpuestas en un cajeado intermedio.

Figura 5.95. Diferentes tipos de rodamientos de rueda: de bolas con doble hilera, de rodillos cónicos, cónico doble; y de rodillos cilíndricos.

© Ediciones Paraninfo

Su uso está muy extendido en un gran número de piezas del motor y en las uniones entre piezas de la carrocería y la transmisión o suspensión.

5.4.9. Uniones elásticas

Dentro de esta clasificación se encuentran los elementos elásticos que van a permitir unir piezas sometidas a vibraciones con otras fijas, consiguiendo mantener la unión y absorbiendo la mayor parte de las vibraciones. Así se evitan roturas, ruidos y traqueteos molestos.

Los más comunes son los muelles, tacos de la suspensión y barras de torsión, los tacos-soporte de motor o las fijaciones de tubo de escape.

Figura 5.96. Diferentes tipos de muelles de suspensión y aplicación práctica.

Figura 5.97. Tope de suspensión del motor.

Figura 5.98. Tacos de motor y suspensión.

5.4.10. Uniones eléctricas

En este apartado se encuentran los diferentes tipos de terminales y conectores necesarios para retirar piezas de la carrocería, sin necesidad de desmontar toda la cablería adosada o simplemente sustituir componentes eléctricos y electrónicos de forma aislada.

Figura 5.99. Terminales y conectores.

© Ediciones Paraninfo

5.5. Uniones pegadas (no estructurales)

Cuando los adhesivos utilizados confieren a una determinada unión una resistencia mecánica no muy elevada, el ensamblaje obtenido se puede incluir dentro de la denominación genérica de **amovibles.** En este caso, los adhesivos empleados no tienen el carácter de estructurales. Las uniones adhesivas, entre otras ventajas, posibilitan un área mayor de fijación, lo que elimina en gran medida la aparición de tensiones puntuales en el ensamblaje.

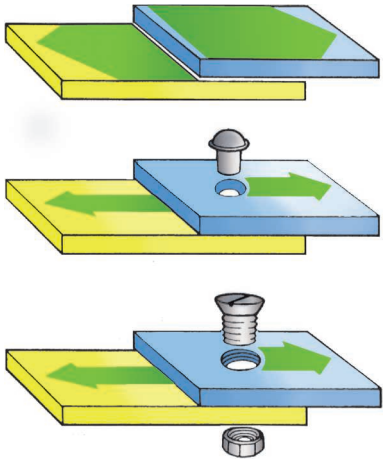


Figura 5.100. Comparativa de uniones a nivel de resistencia del área de fijación.

Asimismo, se debe tener en cuenta que, al poner en contacto dos metales de diferente naturaleza, pueden producirse fenómenos de corrosión galvánica y dilatación diferencial.

La mayoría de los adhesivos son polímeros (macromoléculas) reactivos, que pasan del estado líquido al sólido a través de diversas reacciones químicas de polimerización.

En función de la forma en que endurecen o «curan», los adhesivos se pueden clasificar en:

- Adhesivos de curado térmico (epoxis).
- Adhesivos de curado por exposición a la luz ultravioleta.
- Adhesivos de curado por humedad (siliconas, poliuretanos).
- Adhesivos de curado mediante sistema de activación (acrílicos modificados).
- Adhesivos de curado por reacción aniónica (cianoacrilatos).
- Adhesivos de curado por reacción anaeróbica.

Los principales tipos de adhesivos que se suelen utilizar en las uniones amovibles, son:

- Adhesivos en espray (SBR caucho de estireno butadieno).
- Colas universales.
- Cintas adhesivas.

5.5.1. Adhesivos en espray

Son adhesivos a base de SBR (caucho de estireno butadieno), que contienen disolvente y que se caracterizan por una elevada fuerza de adhesión inmediata. Se mantienen muy diluidos dentro de recipientes presurizados, y cuando son pulverizados sobre la superficie, los disolventes se evaporan y el producto proporciona adherencia a las superficies con las que entra en contacto. Se emplean como adhesivos de contacto y se aplican sobre superficies finas y flexibles entre sí o superficies rígidas. Con este tipo de adhesivos se pueden pegar materiales como tejidos, espumas de poliéster, perfiles de caucho, fieltros, metales, etc. En general, en el automóvil se utilizan para la fijación de alfombrillas, fieltros del piso, alfombrado, almohadillado insonorizante, tapicerías, tejido embellecedor, etcétera.

Figura 5.101. Adhesivos en espray.

© Ediciones Paraninfo

Figura 5.102. **Los adhesivos en espray ofrecen una elevada fuerza de adhesión inmediata. Se utilizan para pegar gran número de materiales como tejidos, espumas de poliéster, perfiles de caucho (molduras), metales, etcétera.**

PROCESO DE UTILIZACIÓN DE LOS ADHESIVOS EN ESPRAY

Como primer paso en la preparación del proceso de pegado, las superficies de las piezas que se van a unir deben estar secas, exentas de aceite, grasa, polvo y otros componentes antiadhesivos.

Una vez agitado el bote, se puede comenzar la aplicación desde una distancia de aproximadamente 25 cm. Es conveniente dejar airear el producto durante unos 15 minutos, dependiendo del espesor de las piezas, temperatura ambiente, humedad, ventilación, etc. En cualquier caso, el aspecto óptimo del adhesivo se conseguirá cuando se encuentre seco, pero con un tacto todavía débilmente pegajoso.

Una vez aplicado y listo el adhesivo, las piezas se deben unir haciéndolas coincidir con exactitud y se aprietan entre sí durante un breve tiempo, con cierta energía.

5.5.2. Adhesivos de base acuosa

Los adhesivos de base acuosa se distinguen por su facilidad de humectación. Presentan un elevado contenido en sólidos, son sencillos de utilizar y alcanzan pronto una elevada resistencia. El tiempo de endurecimiento puede reducirse mediante la aplicación de calor (por ejemplo, rayos infrarrojos, aire caliente).

Los adhesivos de base acuosa se utilizan para pegar plásticos con alta energía superficial, láminas metálicas pintadas, cuero y productos textiles.

Figura 5.103. **Aplicación de adhesivos de base acuosa.**

5.5.3. Colas universales

Suelen ser adhesivos con base de policloropreno o clorobutadieno más caucho con disolvente, que se aplican a brocha o espátula. Sus características más importantes son:

- Gran resistencia inmediata.
- Permiten recolocar el material.
- Son de secado rápido.
- Fácil aplicación.
- Pueden encolar materiales de igual o distinta naturaleza.

Se emplean para unir goma sobre diferentes sustratos, así como para gran variedad de materiales blandos: espumas (de poliéster), fieltros, telas, planchas insonorizantes, metales, PVC, cartón, cuero, etc. En el automóvil se utilizan para fijar tapicerías, guarnecidos, techos, etcétera.

© Ediciones Paraninfo

Antes de su aplicación es necesario comprobar que las superficies a adherir estén secas, limpias y libres de talco y todo agente antiadherente que pueda impedir una correcta adhesión.

Figura 5.104. Aplicación de colas de contacto.

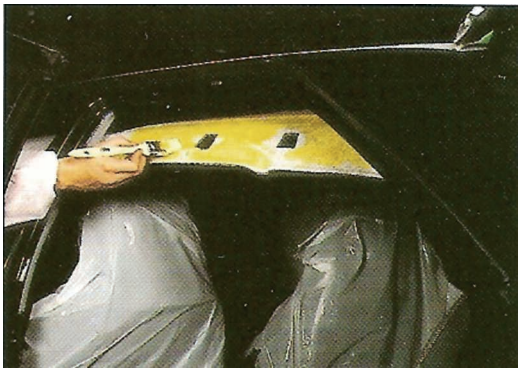


Figura 5.105. Aplicación en guarnecidos.

5.5.4. Otros productos adhesivos

Existen una serie de productos adhesivos que tienen una utilidad muy variada en función de su formulación y los demás materiales que forman el soporte del producto. Los de empleo más generalizado son:

- Cintas de vinilo aislante para aislar cables o incluso mantener unidos grupos de cables, o también las autovulcanizantes, con todas ellas se forman mazos más estéticos y resistentes (Figura 5.102).
- Cintas adhesivas reforzadas para sujeción provisional de piezas. Hay que destacar su elevada resistencia, siendo la más conocida la aluminizada o «americana», reforzada con fibras de nailon y una película de aluminio de algunas micras (Figura 5.103).
- Cinta adhesiva a doble cara. Es una espuma de polietileno recubierta por ambas caras por un adhesivo acrílico. Se caracteriza por su alta resistencia al

a) Cinta vinílica.

b) Aplicación práctica.

c) Cinta autofundente vulcanizada.

Figura 5.106. Cintas aislantes.

Figura 5.107. Cinta adhesiva reforzada, conocida como cinta «americana».

ambiente y a los rayos UV (ultravioleta), así como por su alta adherencia, incluso sobre superficies pintadas. Debido a sus buenas propiedades, resulta especialmente útil para el pegado de molduras y

© Ediciones Paraninfo

demás elementos protectores y decorativos, montaje de *spoilers* (junto con otros elementos mecánicos de unión), fijación de paneles de espuma de PVC o poliuretano, etcétera.

Para su correcta aplicación, las superficies a unir deben estar secas y perfectamente limpias, eliminando polvo, grasa, aceites, disolventes, y todo tipo de agentes antiadherentes.

Figura 5.108. Aplicación de cintas adhesivas de doble cara.

- Cinta adhesiva imantada. En este caso, el soporte flexible tiene un lado adhesivo y otro imantado permanentemente. Se suele utilizar para alinear y fijar las piezas que se van a pegar, para uniones atornilladas (chapas superpuestas y tornillos autoperforantes), como guía para taladrar, etcétera.

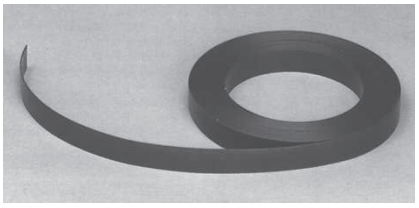


Figura 5.109. Cinta adhesiva imantada.

- Cinta adhesiva de espuma negra. Además del lado adhesivo, el soporte tiene un perfil de espuma de poliéster y poliuretano, con una estructura fina y abierta. Es muy blanda, por lo que resulta adecuada para eliminar o amortiguar vibraciones en paneles de instrumentos, guías, juntas de revestimientos plásticos, refuerzos de paneles, instalaciones de audio, etcétera.

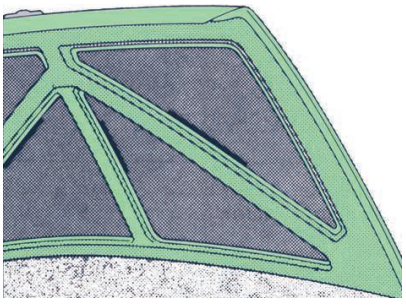


Figura 5.110. Aplicación de la cinta adhesiva de espuma negra.

- Cinta adhesiva de enmascarar. Es adhesiva por una sola cara. Su uso más generalizado es sujetar a los medios (plástico o papel) utilizados para cubrir o enmascarar zonas de la carrocería que no deben resultar afectadas por la realización de determinadas operaciones. No deja residuos en las gomas o junquillos que le sirven de asiento. Suelen ser bastante resistentes al calor y a la humedad.

Figura 5.111. Aplicación de la cinta adhesiva de enmascarar.

- Cinta adhesiva para láminas aislantes del interior de puertas. Consiste en una cinta adhesiva de secado inmediato que se utiliza para fijar las láminas de plástico de impermeabilización que aíslan el interior de las puertas, ya que dichas láminas es necesario sustituirlas (en la mayoría de los casos), puesto que suelen romperse en los procesos de desmontaje.

Figura 5.112. Aplicación de la cinta adhesiva para láminas aislantes de puertas.

- Placas adhesivas insonorizantes y antivibración. Son planchas adhesivas a una cara, que evitan ruidos que se suelen generar por efecto de las vibraciones que producen algunas piezas oscilantes. Además del aislamiento acústico, también mejoran el aislamiento térmico, evitando transmisiones de calor hacia el interior del habitáculo de pasajeros. Se utilizan habitualmente en portones, puertas, laterales, pisos del maletero y habitáculo de pasajeros, bajos y techos. Existen varias clases de placas

© Ediciones Paraninfo

insonorizantes en función del tipo de material con que está fabricado el soporte. Entre otras, se pueden citar:

- Placas bituminosas flexibles (por ejemplo, para el suelo o piso del habitáculo).
- Placas bituminosas pesadas revestidas de aluminio (por ejemplo, para aislamientos térmicos).
- Placas de espuma blanda de poliuretano (por ejemplo, para puertas, maletero, capó motor, paneles laterales, etc.).
- Placas con colchoneta de fieltro (por ejemplo, para la chapa salpicadero, moquetas y techos).

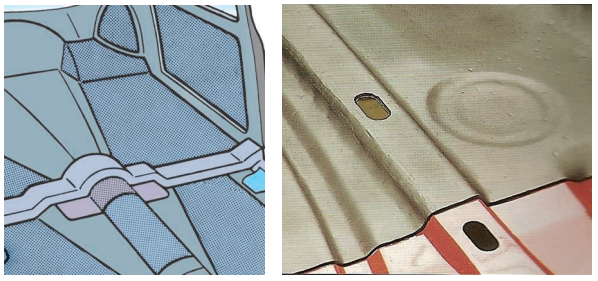


Figura 5.113. Planchas bituminosas flexibles.

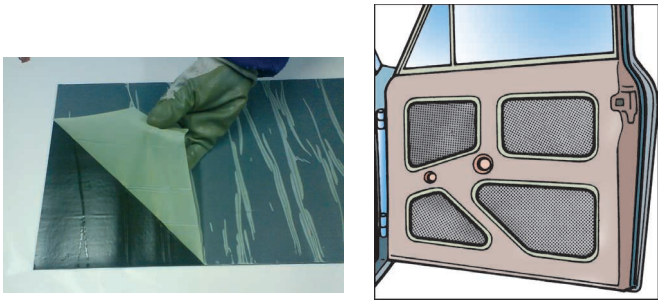
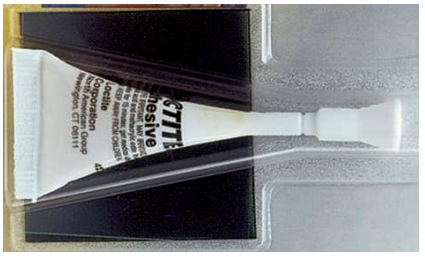


Figura 5.114. Placas de espuma blanda de poliuretano.

- Adhesivos vidrio-metal. Son adhesivos que se utilizan para el pegado del retrovisor interior al parabrisas. En unos casos, necesitan un endurecedor para su curado. En otros, se presentan como un kit de adhesión, formado por un adhesivo anaeróbico de polimerización rápida y una malla de nailon impregnada en activador, que actúa como agente promotor del curado y que sirve para atenuar las tensiones entre el cristal y el espejo. Antes de su aplicación, es necesario extremar la limpieza del área de aplicación (con desengrasante, o en su defecto, alcohol) para evitar que la posible suciedad y humedad existentes dificulten el proceso de curado. Se necesita ejercer una ligera presión superficial durante algunos segundos, alcanzándose a los dos minutos el 60 % de la resistencia total, y al cabo de veinticuatro horas el 100 %. Su utilización más normal es para el pegado del retrovisor interior al parabrisas.



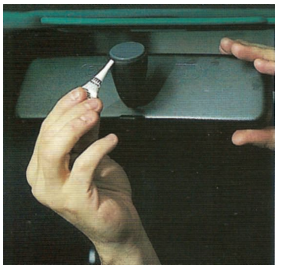


Figura 5.115. Adhesivos para retrovisores interiores.

5.6. Otros sistemas de unión

Para hacer frente a diferentes necesidades de uniones entre distintos materiales u otros cometidos a que deben hacer frente las uniones, se emplean otros tipos de fijaciones como las abrazaderas, grapas, sistemas Dual Lock, uniones elásticas o eléctricas.

5.6.1. Abrazaderas y bridas

Se trata de un grupo de elementos de unión cuyas funciones más habituales son las de:

- Fijar manguitos y macarrones elásticos sobre tubos rígidos consiguiendo una unión estanca, repartiendo el esfuerzo de compresión para no cortar el elemento más blando.
- Mantener unidas conexiones entre tubos de plástico.

© Ediciones Paraninfo

- Sujetar o guiar cablerías y manguitos.
- Absorber vibraciones en tuberías muy largas.

Los tipos de abrazaderas más comunes son las que aparecen en las Figuras 5.116 y 5.117.

a) Elástica de dos hilos.
b) Elástica de cinta.
c) De tornillo sin fin.
d) Con tornillo y tuerca.
e) De plástico.
f) Abrazadera revestida.

Figura 5.116. **Diferentes tipos de abrazaderas de anillo.**

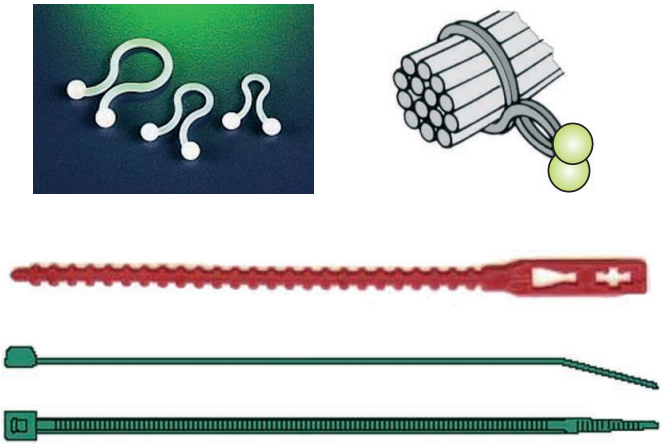


Figura 5.117. **Diferentes tipos de abrazaderas de cinta.**

5.6.2. Grapas

Con este nombre se denomina, genéricamente, a un grupo de elementos de sujeción cuya función habitual es la de fijar distintas piezas, tales como: guarnecidos, tapicerías, molduras y embellecedores. Existe gran variedad de modelos y diseños, normalmente adaptados a la función que desempeña cada elemento. La mayor parte están fabricadas con material plástico, por lo que deben extremarse las precauciones a seguir durante su desmontaje (véase la Figura 5.118).

5.6.3. Sistemas de cierre Dual Lock

El sistema de cierre Dual Lock (3M) consiste, básicamente, en una serie de filamentos plásticos en forma de seta dispuestos sobre unas láminas del mismo material; de tal manera que cuando encajan dos de estas láminas, se consigue una unión muy resistente a los esfuerzos de tracción. Este sistema se suele utilizar para la sujeción de piezas situadas en el interior del automóvil. Las ventajas que aporta pueden resumirse en:

- Simplifican la geometría de las piezas al no necesitar soportes para su sujeción.
- No es necesario realizar taladros para la sujeción de las piezas.
- Evitan ruidos, tableteos y vibraciones en el interior del vehículo.
- Las uniones son invisibles.
- Permiten múltiples aperturas y cierres.

La fijación de estas láminas a las piezas que se tienen que unir puede realizarse de varias formas: cosiéndose, con grapas, con soldadura por ultrasonidos, con adhesivos líquidos, con cintas adhesivas de doble cara (véase la Figura 5.119).

© Ediciones Paraninfo

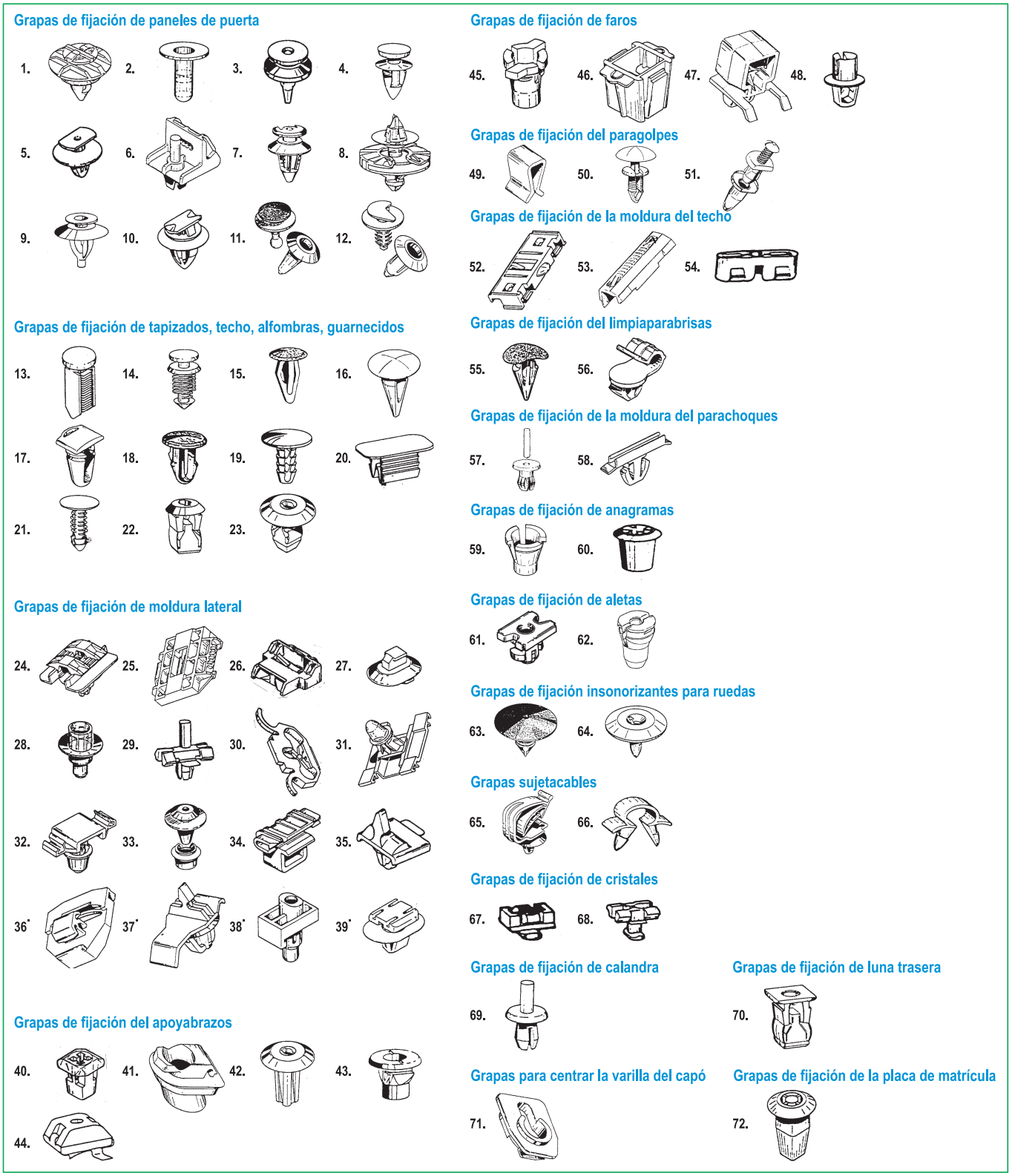
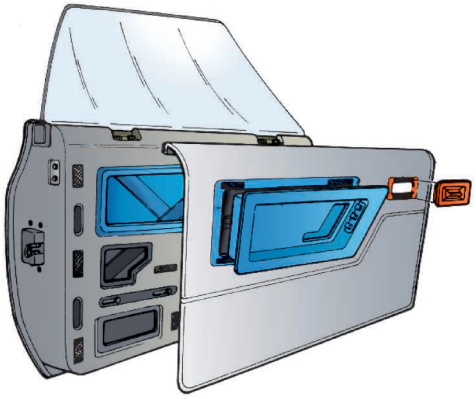


Figura 5.118. Diferentes tipos de grapas.

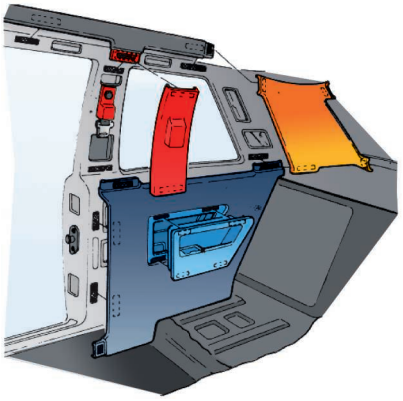
© Ediciones Paraninfo

EJEMPLOS DE APLICACIONES COMUNES EN DISTINTAS PARTES DEL AUTOMÓVIL

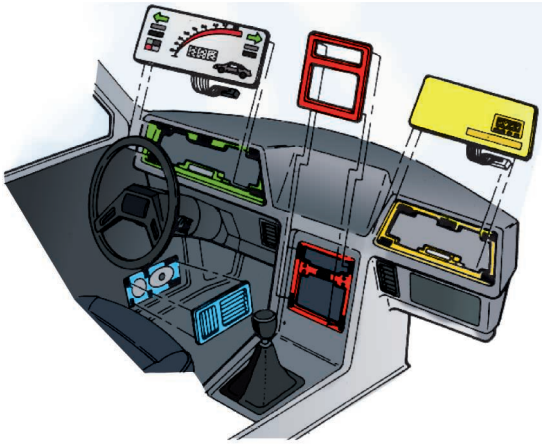
Guarnecidos de puerta.



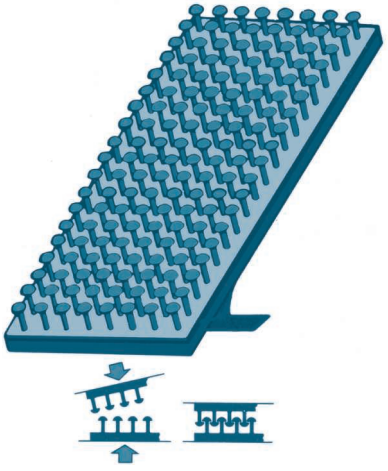
Fijación de piezas interiores.



Piezas del panel de instrumentos.



Sistema de fijación tipo Dual Lock



Fijación de techos conformados.

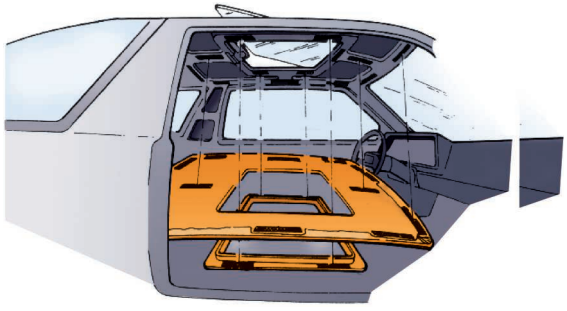


Figura 5.119. **Sistema Dual Lock. Utilización habitual en el automóvil.**

© Ediciones Paraninfo

ACTIVIDADES FINALES

Uniones desmontables (amovibles)

CUESTIONES

5.1. Enumera las causas por las que puede producirse la rotura de un tornillo.

5.2. Identifica las siguientes configuraciones de las cabezas de los tornillos.

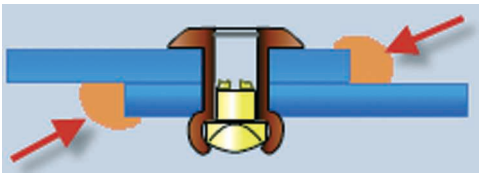
5.3. En lo que a reparación de roscas se refiere, explica las diferencias más importantes entre los métodos de «roscas insertadas» y «casquillos roscados». ¿Cuál de los dos es más laborioso?

5.4. A la hora de aplicar un par de apriete a un tornillo o tuerca, ¿qué procedimiento es más exacto: el angular (en grados) o el de unidades de fuerza? Razona la respuesta.

5.5. ¿Por qué no es recomendable unir chapas de aluminio mediante tornillos de acero? ¿Las chapas de acero pueden unirse mediante remaches de aluminio? Razona ambas respuestas.

5.6. Explica las diferencias entre un remache y un roblón. ¿Se insertan de la misma forma? Razona la respuesta.

5.7. ¿Cómo se denomina la operación que tiene por objeto aplicar el producto que señalan las flechas en la siguiente figura? ¿Para qué se realiza dicha operación?



5.8. Indica la denominación usual del producto que se está aplicando en la siguiente figura. Explica asimismo su finalidad.

5.9. Enumera los distintos tipos de adhesivos que existen, en función de sus propiedades de curado.

5.10. Localiza en la sopa de letras los nombres de trece sistemas de unión diferentes.

A	D	L	B	C	H	T	C	J	M	D	P	E	M	V
G	D	Y	Z	Z	V	V	T	W	C	B	R	T	V	Z
J	Z	H	R	S	P	R	A	L	E	D	N	A	R	A
N	P	R	E	S	I	L	L	A	Q	D	P	C	Z	T
Z	T	P	W	S	W	D	G	Z	R	E	C	N	O	E
A	Q	L	M	R	I	Y	S	M	R	V	Y	R	W	V
R	D	S	O	M	L	V	S	N	O	Z	N	H	B	A
O	A	M	Q	B	L	G	O	L	L	I	N	A	D	H
Y	C	V	E	O	Q	A	Y	N	L	O	R	T	H	C
G	R	P	J	H	P	J	V	L	Y	C	O	G	Z	S
T	E	G	L	A	C	H	O	C	R	W	D	W	Y	S
D	U	A	R	E	D	A	Z	A	R	B	A	R	W	R
Z	T	G	B	T	S	C	M	D	J	D	S	J	G	J
G	J	Q	O	O	R	U	G	E	S	E	A	W	N	R
H	S	C	M	V	R	T	R	Y	R	L	P	R	C	Y

© Ediciones Paraninfo

5.11. Realiza una comparación, a nivel de resistencia, de los siguientes sistemas de unión:

- Uniones atornilladas.
- Uniones pegadas.
- Uniones remachadas.

5.12. ¿Qué son las tuercas y cuál es su función?

5.13. ¿Cómo se designa a un tornillo?

5.14. ¿Por qué los fabricantes recomiendan que el apriete final se realice en grados?

5.15. ¿Qué es el límite de rotura de un tornillo?

5.16. ¿Qué diferencias existen entre una unión amovible y otra fija?

5.17. Dibuja un tornillo y señala sus partes principales.

5.18. ¿Qué son los fijadores de roscas?

5.19. ¿Qué puede ocurrir si se aprieta un tornillo con una herramienta inapropiada?

5.20. Explica qué es el remachado y para qué se utiliza.

5.21. Dibuja el esquema de un remache de tracción y anota sus partes principales.

5.22. Enumera las principales causas por las que puede fallar un montaje roscado.

5.23. Copia y completa el cuadro siguiente:

Sistema de medida	Unidad de medida
Métrico	
Inglés	
Internacional	

5.24. Enumera los distintos tipos de adhesivos que existen en función de sus propiedades de curado.

5.25. Indica si se deben utilizar tornillos de acero en montajes de piezas de aluminio. Razona la respuesta.

5.26 ¿Qué es un tronzatuercas?

5.27. Indica si existe alguna diferencia entre remache y roblón.

5.28. ¿Qué es un pasador de aletas?

© Ediciones Paraninfo

ACTIVIDADES FINALES

Uniones desmontables (amovibles)

ACTIVIDADES PROPUESTAS

5.1. Identifica el valor de la resistencia de varios tornillos, mediante la correcta interpretación del marcaje de la cabeza.

5.2. Realiza varias prácticas de desmontaje de tornillos rotos. Para ello, introduce un espárrago sobre una pieza desechable en la que previamente se ha practicado un taladro con una rosca adecuada. A continuación aplica los procesos descritos en el apartado correspondiente.

5.3. Realiza varios procesos de inserción y desmontaje de remaches, procurando no dañar las piezas a unir.

5.4. Sobre una pieza desechable de aluminio (preferiblemente), realiza un taladro, y róscalo a continuación. Introduce un tornillo ligeramente inclinado para deteriorar los primeros filetes de rosca. Seguidamente, con ayuda de una lima de roscas, intenta reparar los filetes en mal estado. Por último, realiza varios cortes transversales sobre la rosca, e intenta la reparación mediante casquillos roscados, o roscas insertadas.

5.5. En un vehículo de los utilizados en las prácticas, identifica todas las piezas unidas mediante grapas. Realiza, utilizando el útil adecuado, el desmontaje de las mismas intentando no deteriorarlas.

5.6. Realiza la unión de distintos materiales (chapa, cristal, plásticos, etc.) mediante los tipos de adhesivos descritos en la unidad. A continuación, utiliza unas muestras de material similares a las anteriores y únelas utilizando un producto adhesivo diferente al recomendado en cada caso. Una vez que ha finalizado el proceso de curado de los adhesivos, analiza y compara el grado de resistencia obtenido en las uniones.

5.7. Investiga en internet las recomendaciones sobre el mantenimiento de las diferentes uniones amovibles de la carrocería.

5.8. Realiza una tabla comparativa de los sistemas de unión con las características más importantes de cada uno de ellos.

5.9. Realiza una lista de todos los tipos de uniones que se emplean en un automóvil.

5.10. Elige un vehículo del taller y fotografía y anota todos los sistemas de unión que encuentres en él.

© Ediciones Paraninfo

Elementos amovibles

6

CONTENIDOS

6.1. Puertas
6.2. Capó
6.3. Portón trasero
6.4. Tapa de maletero
6.5. Aletas delanteras
6.6. Frente delantero
6.7. Paragolpes
6.8. Techo practicable
6.9. Estanqueidad
6.10. Panel de instrumentos
6.11. Asientos
6.12. Revestimientos interiores
6.13. Elementos exteriores

OBJETIVOS

- Identificar los diferentes elementos amovibles (interiores y exteriores), que conforman la carrocería de un vehículo.
- Conocer los procesos básicos de intervención (desmontaje, despiece, montaje y ajuste) sobre este tipo de elementos.
- Determinar el funcionamiento de los distintos dispositivos que se integran en la estructura de los diferentes elementos amovibles, tomando como base la disposición de dichos dispositivos.
- Saber cuáles son los criterios a tener en cuenta a la hora de valorar la reparación o sustitución de un elemento amovible.
- Interpretar correctamente la información recogida en los manuales técnicos de reparación.
- Conocer las diferentes medidas de seguridad e higiene, que deben aplicarse en las distintas intervenciones a realizar, haciendo hincapié en las que afectan a la seguridad pasiva del vehículo.
- Determinar las causas que provocan la falta de hermeticidad en el habitáculo de pasajeros.

Introducción

Cuando se han de realizar determinadas operaciones de reparación o sustitución de elementos amovibles (exteriores e interiores) de la carrocería de un automóvil, es necesario conocer su constitución, los sistemas de fijación o anclaje, los procesos de desmontaje/reposición correctos, las técnicas a emplear y los ajustes oportunos.

Dado el elevado número de constructores de vehículos, la amplia gama de modelos (cada uno de ellos con sus particularidades de equipamiento propias), y las continuas innovaciones que experimentan ciertos elementos y sistemas de confort, se hace un tanto complicado el realizar un estudio pormenorizado que abarque tal complejidad. En cualquier caso, pueden establecerse unas pautas que reflejen las peculiaridades más características que presenta el mercado.

Para determinar el tipo de reparación a efectuar, será conveniente tener presente que, dada la facilidad de desmontaje que presentan estos elementos, en muchos casos resulta económicamente más rentable sustituirlos que repararlos. En líneas generales, conviene analizar las características de fijación propias de cada elemento y el daño presentado, de modo que se pueda valorar adecuadamente el proceso de reparación a seguir.

Como elementos amovibles, pueden identificarse los siguientes:

- Elementos exteriores:
  - Puertas.
  - Capó delantero.
  - Portón trasero.
  - Tapa del maletero.
  - Aletas.
  - Frente delantero.
  - Paragolpes.
  - Alerones y *spoilers*.

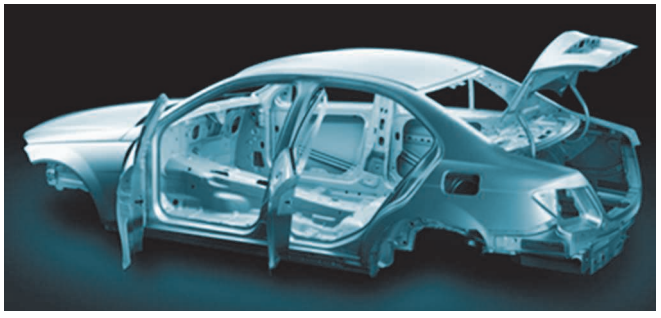


Figura 6.1. Carrocería completa.

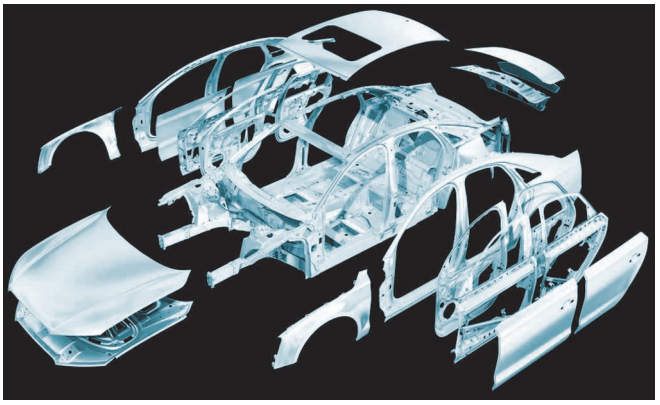


Figura 6.2. Elementos exteriores de una carrocería.

  - Techo practicable.
  - Elementos de embellecimiento: molduras, láminas adhesivas, etcétera.
- Elementos interiores:
  - Panel de instrumentos.
  - Guarnecidos, tapizados y revestimientos.
  - Asientos.

6.1. Puertas

Estas piezas son las encargadas del cierre lateral de la caja o habitáculo. Al igual que la mayoría de los elementos amovibles exteriores de la carrocería, el material de fabricación suele ser, en un alto porcentaje, acero de alto límite elástico (HSS) electrocincado, cuya conformación se realiza mediante líneas de prensas tipo «transfer». Las puertas se unen a la carrocería a través de unas bisagras,

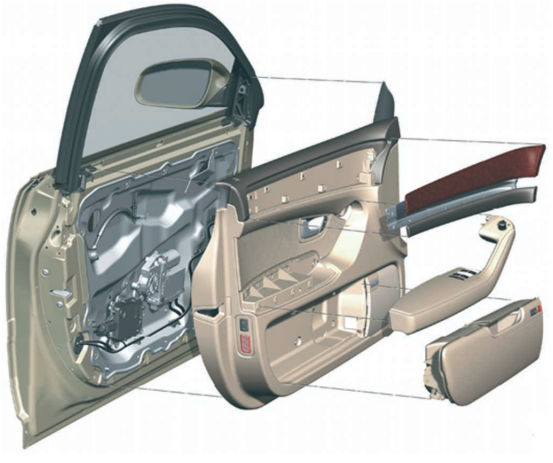


Figura 6.3. Componentes de una puerta.

© Ediciones Paraninfo

en los pilares delanteros (puertas delanteras) y central (puertas traseras). En los vehículos descapotables, la estructura de la puerta es sumamente robusta para compensar la inexistencia del marco de sujeción del cristal.

6.1.1. Constitución

Básicamente, la puerta está constituida por un armazón de chapa embutida (bastidor) sobre el que se fija (plegado y pegado, o soldado), un panel de revestimiento exterior denominado paño de puerta. En su construcción se utilizan chapas multiespesor. Este procedimiento consiste en unir chapas de distintos espesores mediante soldadura láser; posteriormente se moldean utilizando los procesos tradicionales.

Figura 6.4. Bastidor de chapa embutida de la estructura de una puerta.

Figura 6.5. Panel de puerta.

En el caso de las puertas de carrocerías de aluminio, estas suelen fabricarse íntegramente en chapa de aluminio, resultando un 30 % más ligeras. Las chapas interiores y exteriores de este tipo de puertas van unidas por engatillado y por clinchado (penetración). Las uniones engatilladas van pegadas con resinas epoxis y en las zonas sujetas a altas solicitaciones en materia de solidez y resistencia se suele aplicar adicionalmente el método de remachado estampado.

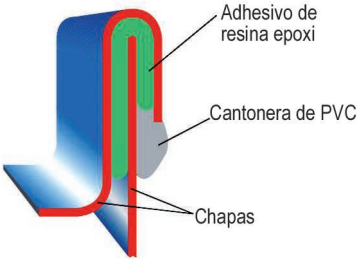


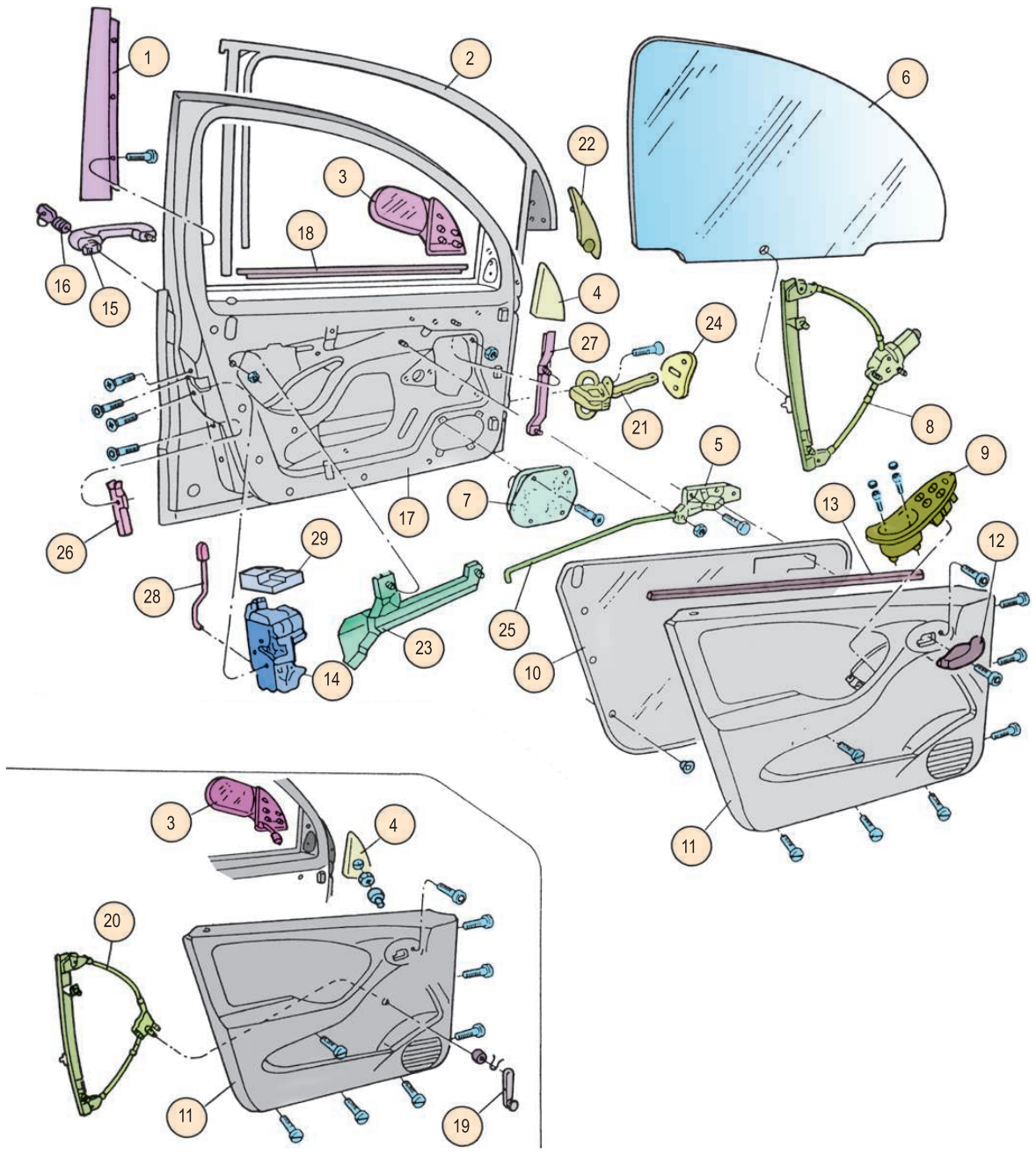
Figura 6.6. Ensamblado del panel de una puerta de aluminio.

En función de los niveles de equipamiento, incorporan una serie de elementos y dispositivos, que según la misión que desempeñan, pueden agruparse en los siguientes conjuntos:

- **Control.** Accionadores eléctricos de elevalunas, de espejos eléctricos, de bloqueo de puertas, etcétera.
- **Confort.** Mecanismos de elevalunas eléctricos, cierre eléctrico o por vacío, espejos orientables eléctricamente, calefacción para evitar el empañamiento de los cristales o de paso para las plazas traseras, altavoces del sistema de audio, etcétera.
- **Seguridad.** Mecanismos de bloqueo del pestillo, interruptores para activación del sistema de alarma, acolchados para amortiguación de impactos, barras laterales antiintrusión, airbag, etcétera.
- **Embellecimiento.** Molduras, anagramas, modelos exclusivos de tapicerías, etcétera.
- **Otros elementos.** Tirante de freno (limitador de apertura máxima), guarnecidos, planchas antivibración, bandeja portaobjetos, tirador de puerta, lunas, etcétera.

A la hora de valorar la reparación o sustitución de la puerta, suele ser determinante el estado del bastidor, de tal manera que si este ha resultado dañado, resulta económicamente más rentable la sustitución de la puerta, dado lo laborioso de la operación de conformación del citado componente.

© Ediciones Paraninfo



1. Moldura montante trasero.
2. Junta de acabado.
3. Espejo retrovisor exterior.
4. Moldura.
5. Palanca de mando de apertura de puerta.
6. Cristal descendente.
7. Altavoz.
8. Dispositivo elevalunas eléctrico.
9. Panel de mando elevalunas.
10. Revestimiento de protección puerta.
11. Panel revestimiento puerta.
12. Palanca interior mando apertura puerta.
13. Junta rascacristal interna.
14. Cerradura puerta.
15. Manilla exterior puerta.
16. Bombín cerradura puerta.
17. Estructura puerta.
18. Junta rascacristal externa.
19. Manivela accionamiento elevalunas.
20. Dispositivo elevalunas manual.
21. Varilla puerta.
22. Junta interna.
23. Protección varilla de apertura puerta.
24. Junta varilla puerta.
25. Varilla reenvío cerradura.
26. Guía posterior cristal.
27. Guía anterior cristal.
28. Varilla de seguridad.
29. Protección agua (solo en las versiones HL).

Figura 6.7. **Despiece de una puerta.**

© Ediciones Paraninfo

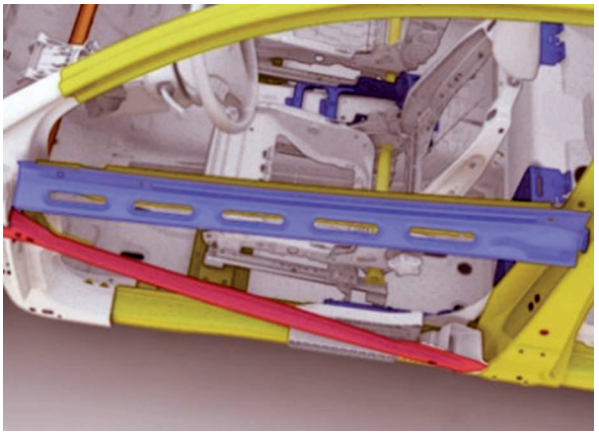


Figura 6.8. **Barra antiintrusión.**

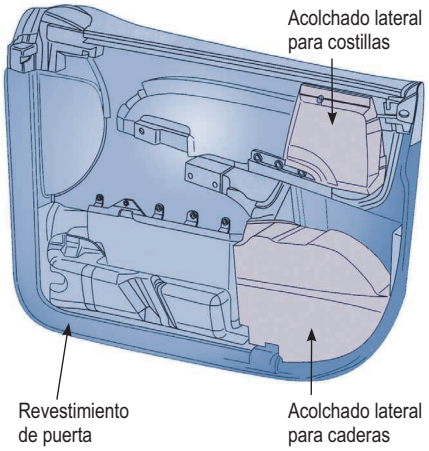


Figura 6.9. **Revestimiento de puerta con acolchados de seguridad.**

6.1.2. Desmontaje

Para proceder al desmontaje de las puertas de su alojamiento en el vehículo es necesario realizar una inspección previa del tipo y configuración de los elementos que la unen a la carrocería. Estos elementos son:

- Conexiones eléctricas.
- Tirante de freno.
- Bisagras.

Conexiones eléctricas

Consisten en el conjunto de cables (cablería) que conectan los diferentes sistemas eléctricos que incorpora la puerta: cierre centralizado, elevalunas eléctrico, espejos eléctricos, altavoces, interruptores, etc. La cablería suele disponer de un conector múltiple estanco entre puerta y pilar, cuyo desmontaje se realiza a rosca o presión. En caso contrario, será necesario desmontar previamente el guarnecido de puerta para poder sacar, junto con la goma («fuelle») de aislamiento, los conectores o clemas, desconectando todos los elementos eléctricos implicados.

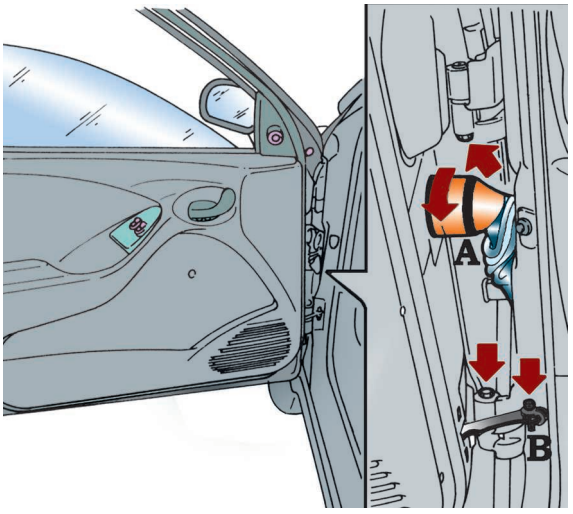


Figura 6.10. **Conexión eléctrica (A) y tirante de puerta (B).**

Tirante de freno

Este dispositivo es el encargado de limitar la apertura máxima de la puerta. En algunos vehículos, el tirante se sustituye por un retenedor que mantiene la puerta en varias posiciones diferentes de apertura. El tirante se une al soporte fijado al pilar mediante un pasador elástico o, tal y como ocurre en otros casos, mediante un tornillo. Para desmontar los pasadores pueden utilizarse herramientas o útiles específicos que, básicamente, consisten en una especie de botadores, o de pinzas (tenazas).

Figura 6.11. **Retenedor de puerta.**

© Ediciones Paraninfo

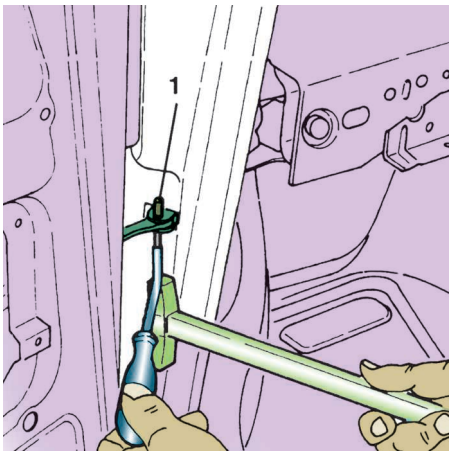


Figura 6.12. Útil para desmontar pasadores.

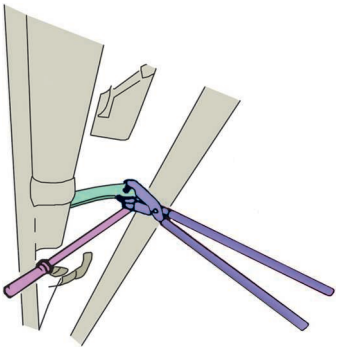


Figura 6.13. Tenaza para desmontar pasadores.

Bisagras

Consiste en un sistema de unión articulada, formado por dos hojas o placas «machiembradas» que terminan en un ensanchamiento tubular, que une la puerta a los pilares delantero o central según el caso. Las dos partes de la bisagra se unen y articulan entre sí, mediante un eje pasador que atraviesa ambas placas.

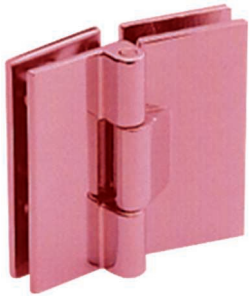


Figura 6.14. Estructura básica de una bisagra.

Los sistemas de unión más extendidos, para fijar las dos partes de la bisagra a las puertas o pilares, son:

- **Con tornillos.** Suelen tener los agujeros sobredimensionados para facilitar los procesos de montaje y ajuste de la puerta. Para su desmontaje se suelen emplear llaves normales o especiales como las esféricas para tornillos de cabeza Allen o Torx, destorgolpe, etc. Antes de proceder a su desmontaje, es aconsejable marcar el contorno de la bisagra sobre el pilar, para tener una referencia que facilite la operación de reposición.

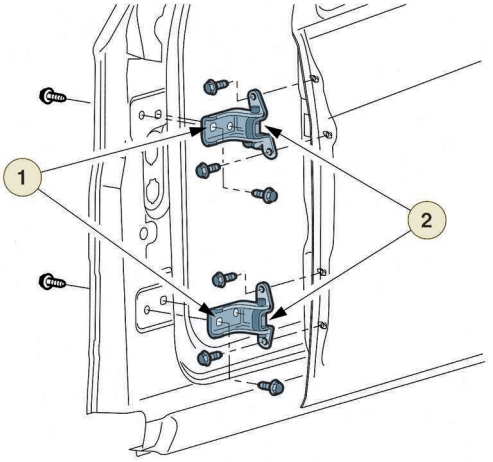


Figura 6.15. Bisagras fijadas con tornillos.

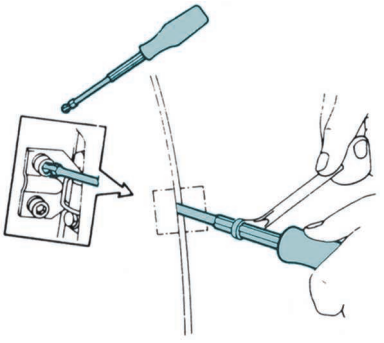


Figura 6.16. Herramienta para los tornillos de bisagra.

- **Mediante soldadura.** Este sistema suele emplearse en la fijación de la parte de la bisagra que se une a los pilares o montantes (Figura 6.17).

© Ediciones Paraninfo

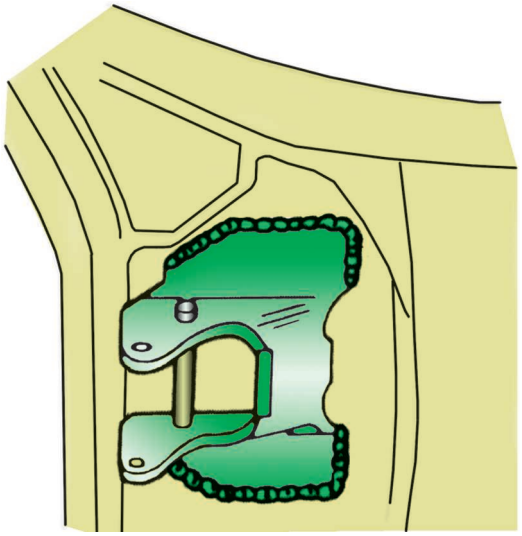


Figura 6.17. **Bisagra soldada.**

En algunas ocasiones se utilizan bisagras que combinan ambos sistemas de fijación. En estos casos, las bisagras se encuentran soldadas en la carrocería y atornilladas en las puertas, y suelen ser divisibles para que no sea necesario su ajuste al volver a montarlas.

Las dos partes de la bisagra se unen y articulan entre sí, mediante pasadores. Estos constituyen, además del sistema de unión, el eje de giro del ensamblaje. Los hay de varios tipos: elásticos (introducidos a presión), o cilíndricos (roscados o con un anillo de cierre).

Figura 6.18. **Bisagra mixta: atornillada y soldada.**

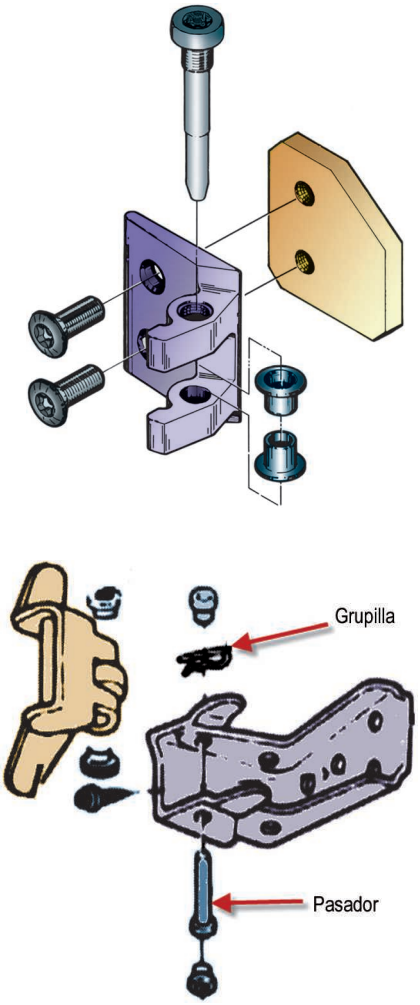


Figura 6.19. **Pasador roscado y pasador con anillo de cierre o grupilla.**

Para su desmontaje es necesario utilizar, en la mayoría de los casos, herramientas o útiles específicos para realizar esta operación (Figura 6.20).

6.1.3. Despiece

Cuando se han de realizar ciertas intervenciones sobre cualquier elemento de los conjuntos que incorpora la puerta, o para llevar a cabo determinados procesos de reparación/sustitución de los elementos de chapa de la misma (bastidor, paño, etc.) será necesario el desmontaje parcial o total de los conjuntos o elementos implicados. Como ejemplo, a continuación se relacionan los diferentes conjuntos a desmontar en un despiece completo de la puerta.

© Ediciones Paraninfo

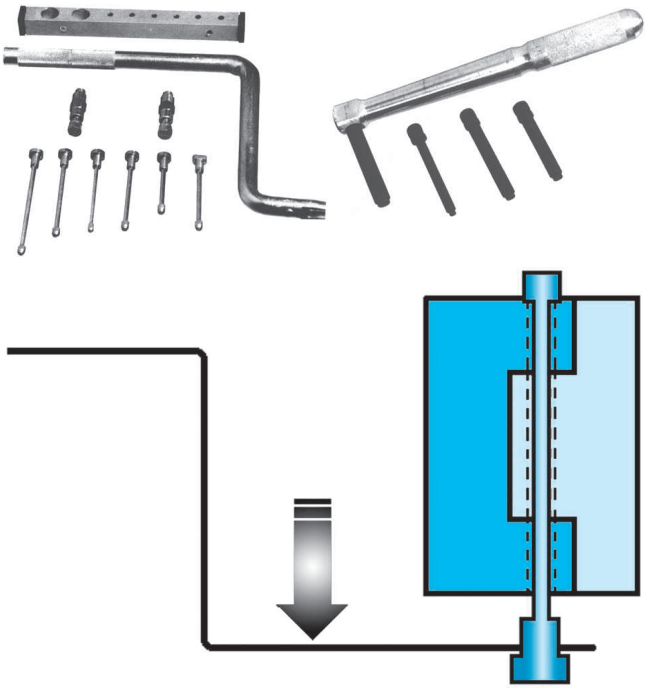


Figura 6.20. Útiles y forma de desmontar pasadores.

Guarnecido de puerta

Con esta denominación se conoce a la pieza, fabricada generalmente de cartón tapizado o de plástico, que además de ocultar la parte interna de la puerta, aloja diversos elementos de control (interruptores) y confort (bandejas, reposabrazos, etc.).

Figura 6.21. Guarnecido de puerta.

Para proceder a su desmontaje, pueden seguirse unas pautas comunes a casi todos los modelos. En primer lugar, será necesario desmontar todos aquellos elementos que se fijan sobre el mismo:

- **Accionadores del mecanismo elevalunas.** Pueden ser de dos tipos:
  - *Eléctricos*. Son unos interruptores (inversores), que permiten el paso de electricidad a los motores del mecanismo elevador en uno u otro sentido. Normalmente se montan sobre un panel o zócalo de plástico, y su fijación suele realizarse a presión o mediante tornillos ocultos con tapones de plástico. Para su extracción hay que separar, previamente, los conectores de alimentación.

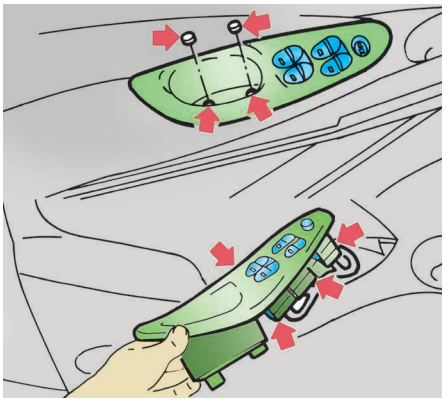


Figura 6.22. Conjunto de pulsadores.

  - *Por manivela*. En este sistema, el movimiento del mecanismo elevador lo produce el giro de una manivela manual. Esta manivela suele fijarse al eje a través de una grupilla, pasador o tornillo. La operación de desmontaje consistirá por tanto en extraer el elemento de fijación en cuestión, con su muelle de separación.

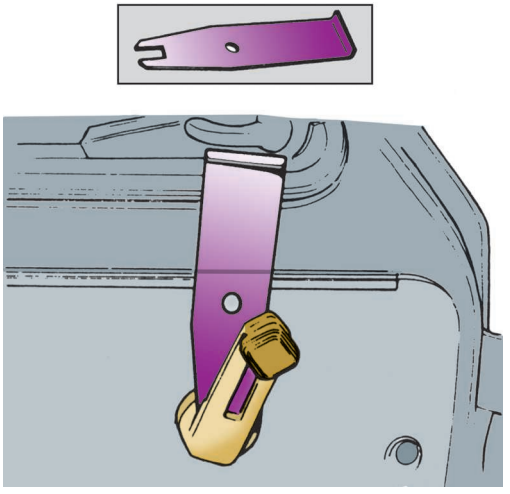


Figura 6.23. Desmontaje de un accionador de manivela.

- **Carcasa o embellecedor de la manilla interior de apertura de la puerta.** Suele ser un elemento estético que oculta el sistema de fijación y accionamiento de la manilla interior. Suele fijarse a presión o con tornillos de fácil acceso.

© Ediciones Paraninfo

- **Bandeja portaobjetos y reposabrazos.** Se desmontan mediante una serie de tornillos que pueden estar ocultos por tapones de plástico. Estos elementos suelen estar integrados en la configuración del propio guarnecido.
- **Conjunto carcasa-altavoz.** El altavoz forma parte del sistema de audio. Su sistema de montaje suele consistir en una serie de tornillos que se fijan mediante tuercas-grapa al bastidor. La carcasa exterior se fija normalmente a presión o con tornillos sobre el guarnecido.
- **Pulsador de bloqueo de cierre (seguro).** Es una pieza, generalmente de plástico, que a través de una varilla de mando, realiza el bloqueo de seguridad de la cerradura de forma manual desde el interior del vehículo. En algunos casos, la fijación se realiza a rosca sobre la varilla de accionamiento, y en otros casos, se introduce a presión sobre la misma (siendo frecuente su sustitución en cada desmontaje).

Figura 6.24. Pulsador de bloqueo.

- **Panel guarnecido.** Este panel se fija, habitualmente, sobre el bastidor mediante una serie de grapas y/o tornillos, dispuestos a lo largo de su perímetro. Para su desmontaje, es aconsejable utilizar unas herramientas denominadas «sacagrapas» que además de facilitar su extracción, evitan daños al panel si se «apalanca» con otro tipo de útil o herramienta.

Figura 6.25. Extractores de grapas del guarnecido.

Resulta recomendable comenzar el desmontaje gradualmente desde el lado de la cerradura, observando con atención para determinar la localización de las grapas y/o tornillos en su caso. Para completar la extracción, puede ser necesario realizar una ligera presión hacia arriba para liberar completamente el panel.

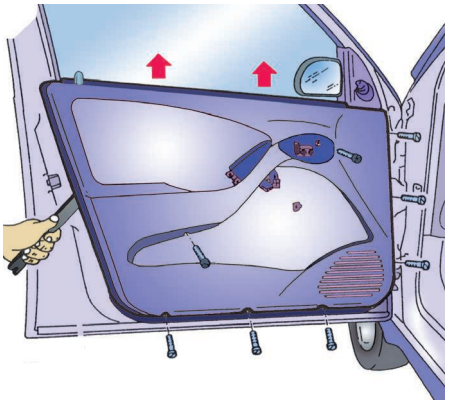


Figura 6.26. Desmontaje del panel guarnecido.

Una vez desmontado, para poder acceder al interior de la estructura del bastidor, hay que retirar una lámina de plástico impermeabilizante que va pegada sobre el contorno de la puerta. Esta lámina suele romperse o inutilizarse durante la operación

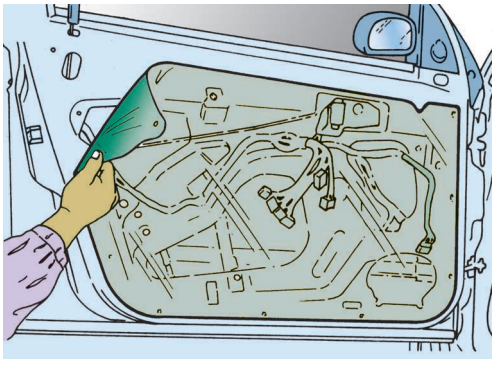


Figura 6.27. Lámina impermeabilizante.

© Ediciones Paraninfo

de desmontaje, por lo que es necesario reponerla en el proceso de montaje.

Una vez desmontada la lámina de estanqueidad, la estructura que presenta la puerta puede diferenciarse de un modelo a otro en función del grado de accesibilidad que tienen los diferentes elementos de los conjuntos que incorpora la misma. Para facilitar las operaciones de desmontaje, estos elementos suelen ir fijados a una pieza de chapa (chasis, casete o portagrupos) atornillada o remachada al bastidor, que reduce de forma importante los tiempos de intervención.

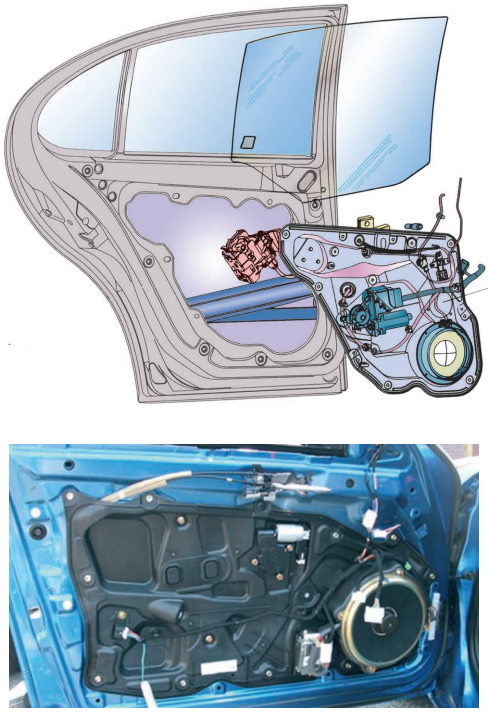


Figura 6.28. Portagrupos de puerta.

Conjunto de cierre

El conjunto de cierre está formado por las siguientes piezas o mecanismos:

- Cerradura, propiamente dicha.
- Bombín.
- Manilla exterior.
- Palanca de mando interior.
- Varillaje o cables de mando.
- Pulsador de bloqueo interior (seguro).
- Motor o accionador del sistema de cierre centralizado (en su caso).

Cerradura. Es el mecanismo encargado de impedir la apertura de la puerta una vez que esta se encuentra encajada en su alojamiento. Va fijada a la puerta y consiste, básicamente, en un pestillo de cierre giratorio que se enclava sobre un eje atornillado a la carrocería (resbalón). Para su desmontaje es necesario desacoplar todo el varillaje o cables de mando, y extraer los tornillos que la fijan a la puerta.

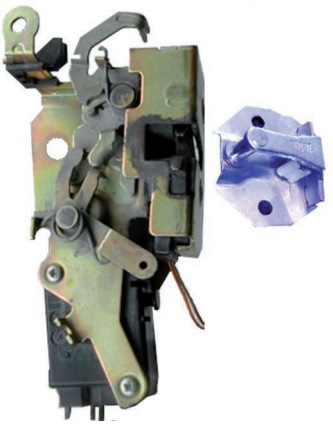


Figura 6.29. Conjunto de cierre.

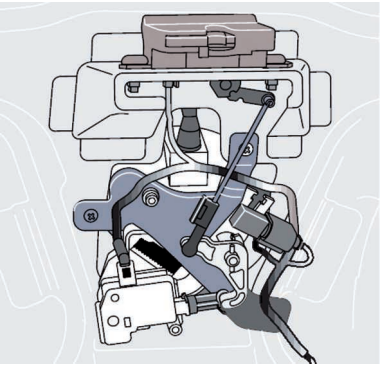


Figura 6.30. Conjunto de palancas y varillaje de una cerradura.

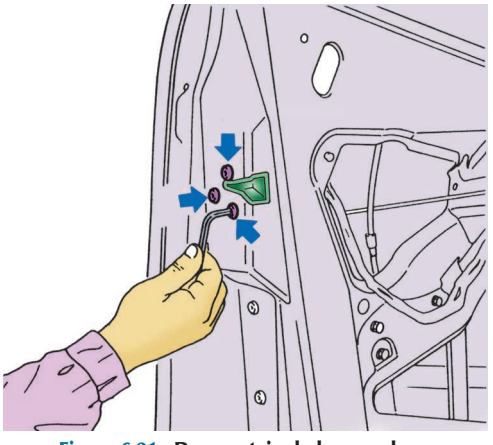


Figura 6.31. Desmontaje de la cerradura.

© Ediciones Paraninfo

Figura 6.32. Tornillos de sujeción de la cerradura.

Bombín. Este elemento es el encargado de bloquear y desbloquear el mecanismo de la cerradura (pestillo), para permitir la apertura de la puerta correspondiente. Para ello, ha de accionarse exteriormente mediante la correspondiente llave. El giro del mismo se transmite a la cerradura, bien directamente, o bien mediante una varilla de mando. En líneas generales, el mecanismo de un bombín consiste en un cilindro interior que gira dentro de una pieza hueca o cuerpo del bombín que le sirve de alojamiento. Entre estas dos piezas se encuentran una serie de elementos (fiadores) que en posición de bloqueo impiden el giro del cilindro dentro del cuerpo del bombín. Al introducir la llave, las muescas de la misma levantan a estos fiadores hasta adoptar una configuración tal, que permite el giro del cilindro interior y de la palanca de arrastre que se encuentra fijada al mismo. Esta palanca tira o empuja (según el caso) de la varilla de mando actuando sobre el pestillo de cierre de la cerradura.

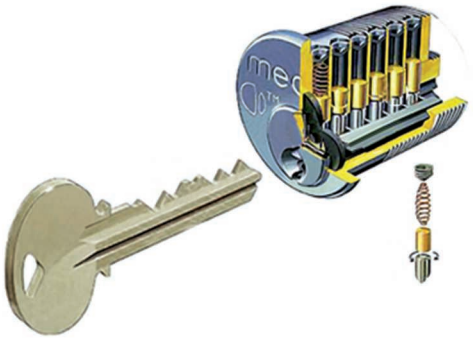


Figura 6.33. Mecanismos del bombín.

Hay algunos bombines que incorporan mecanismos de seguridad. Una variedad de los mismos son los bombines con desacoplador, que evitan que se dañen los bombines en el caso de intento de robo o mala colocación de la llave. El mecanismo desacoplador funciona cuando la fuerza aplicada a la llave es superior a 2,5 Nm, en ese momento el cilindro comienza a girar sin mover a la pieza de arrastre con lo que no se produce la apertura de la puerta, evitándose la posible rotura del cilindro al no poder seguir ejerciendo fuerza sobre el mecanismo.

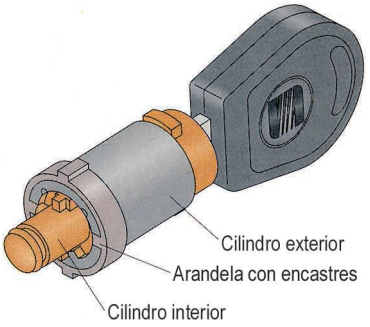


Figura 6.34. Bombín con desacoplador.

Los bombines suelen fijarse sobre la puerta, a través de un clip o grupilla de fijación, por lo que su desmontaje consistirá en extraer dicha fijación, desacoplando posteriormente el varillaje de mando.

Figura 6.35. Fijación del bombín a la puerta.

Manilla exterior. Es el elemento encargado de abrir la puerta desde el exterior del vehículo (cuando el pestillo se encuentra desbloqueado). Consiste en una pieza articulada que puede adoptar diferentes configuraciones en función del aspecto estético o de si incorpora o no el bombín de cierre.

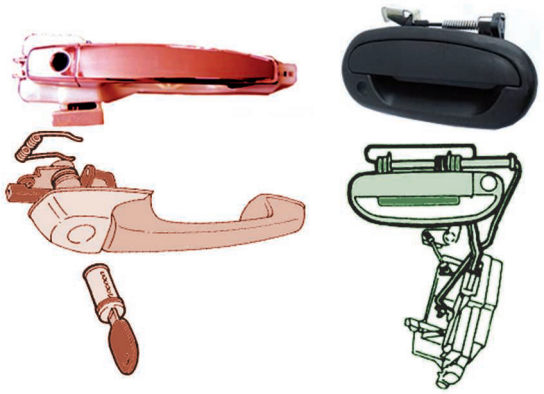


Figura 6.36. Diferentes tipos de manillas exteriores.

© Ediciones Paraninfo

Figura 6.37. Conjunto de maneta exterior y bombín.

Para su desmontaje, en primer lugar habrá que soltar el varillaje de mando, y a continuación los tornillos o tuercas de fijación, situados normalmente en el interior de la puerta.

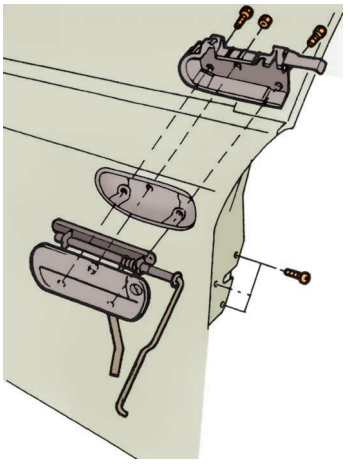


Figura 6.38. Desmontaje de una manilla exterior.

Manilla interior. Al igual que el anterior, este elemento, también denominado «tirador interior», permite la apertura de la puerta (si no está bloqueada) desde el interior del habitáculo. La transmisión de movimiento se puede realizar por varilla o por cable. Su fijación al bastidor de la puerta se realiza normalmente por medio de tornillos.

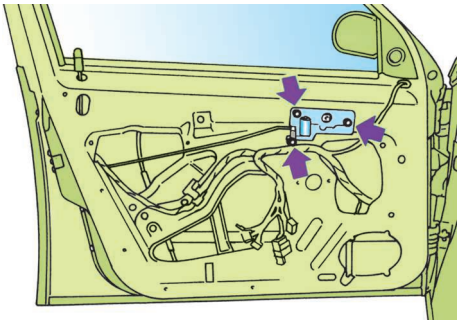


Figura 6.39. Fijación del tirador interior.

Varillaje de mando. Consiste en un conjunto de varillas o cables de acero, cuya función consiste en realizar el bloqueo o desbloqueo del pestillo de cierre de la cerradura al accionar los elementos de mando correspondientes.

Las varillas que forman este conjunto son:

- Varilla del bombín.
- Varilla de la manilla exterior.
- Varilla de la palanca de mando interior.
- Varilla del pulsador interior de bloqueo (seguro).
- Varilla del motor de cierre (en su caso).

El uso de cables de acero permite que en caso de accidente las puertas no queden bloqueadas, pues la deformación de las chapas se transmite en muchos casos a las varillas, no ocurriendo lo mismo cuando la transmisión se realiza por el cable. El inconveniente principal del cable se centra en que la ocasional humedad que puede existir en el interior de la puerta, puede provocar bloqueos indeseados (agarrotamientos) del mismo en el interior de su funda (sirga) por efecto de la oxidación.

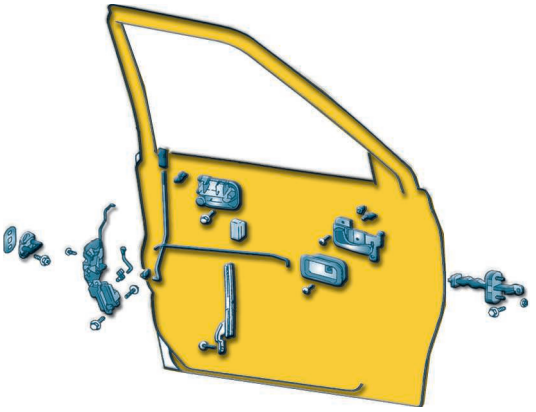


Figura 6.40. Varillaje de mando.

Motor o accionador del sistema de cierre centralizado. Este elemento forma parte del sistema de cierre/apertura centralizado del vehículo, cuyo accionamiento se realiza mediante la llave o a través de un sistema de transmisión por infrarrojos o radiofrecuencia. Su funcionamiento puede ser eléctrico o por vacío. Para su desmontaje, es necesario desconectar la clema eléctrica o tubo de vacío, los tornillos de fijación y el varillaje de mando.

© Ediciones Paraninfo

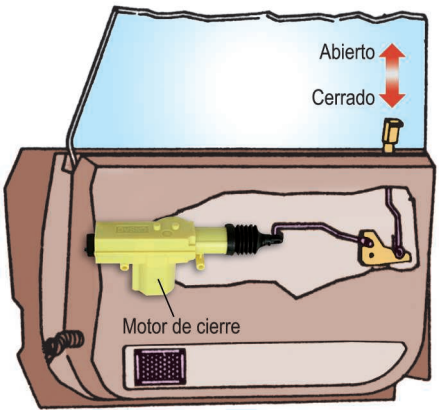


Figura 6.41. Esquema de cierre centralizado.

Figura 6.42. Componentes del cierre centralizado con motores eléctricos.

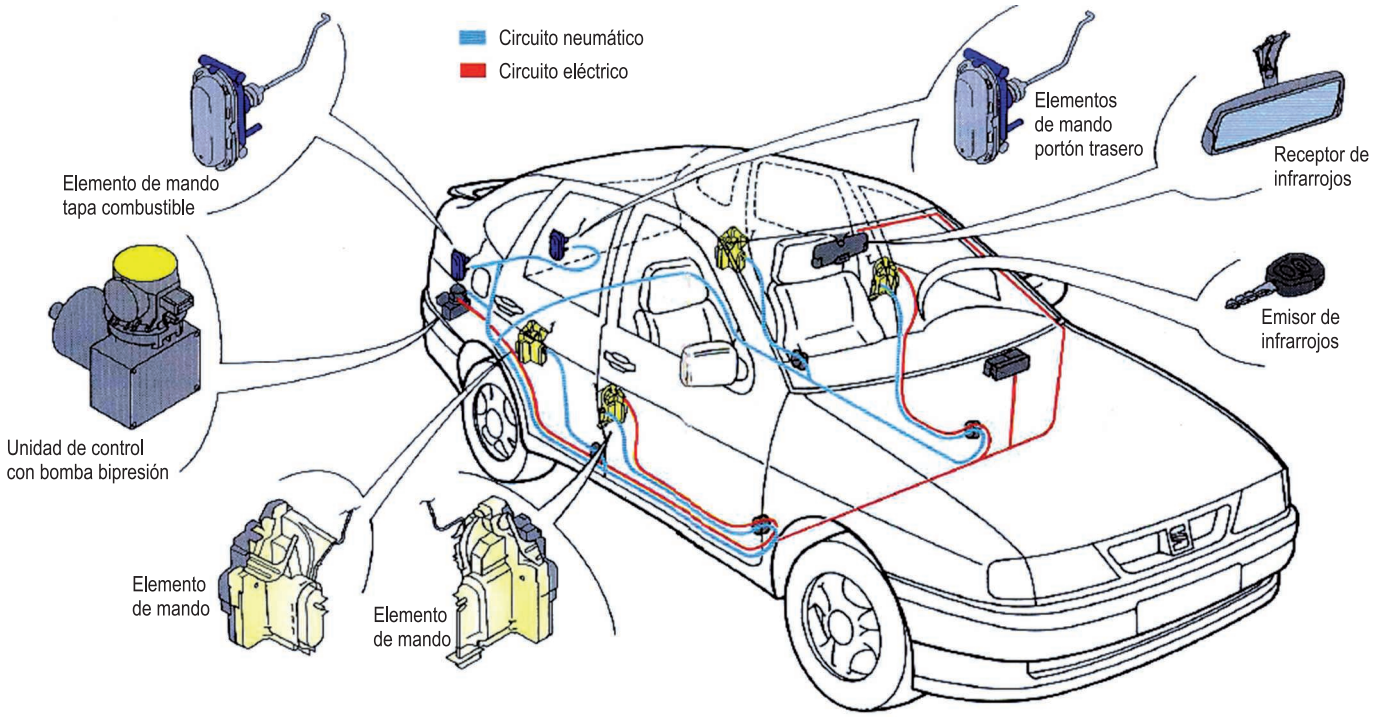


Figura 6.43. Componentes de un cierre centralizado mixto.

© Ediciones Paraninfo

Espejo retrovisor exterior

Es un accesorio exterior de la carrocería, a través del cual puede observarse el lateral y el fondo del lado de montaje correspondiente. Suele fijarse, mediante varios tornillos, en el bastidor de la puerta o sobre la moldura de estanqueidad (cejilla o lamelunas).

Según su regulación, su clasificación puede establecerse de la siguiente forma:

- Con regulación manual exterior.
- Con regulación manual interior.
- Con regulación eléctrica.

Con regulación manual interior Con regulación eléctrica

Figura 6.44. Espejos retrovisores exteriores.

En los equipamientos de vehículos de alta gama, el espejo se regula automáticamente, en función de las características (previamente programadas) del conductor, cuando este ocupa el puesto de conducción. Además, suelen incorporar calefacción para evitar el empañamiento o un indicador de dirección.

Figura 6.45. Espejo retrovisor con intermitente incorporado.

Desmontaje del espejo retrovisor

El proceso de desmontaje consiste habitualmente en:

1. Quitar la tuerca o tornillo de fijación del regulador de posición (en modelos de regulación manual).
2. Quitar la moldura interior, ejerciendo palanca sobre sus lados.
3. Soltar la conexión eléctrica (en modelos de regulación eléctrica).
4. Aflojar los tornillos que fijan el espejo retrovisor a la carrocería.
5. Vista del retrovisor de regulación manual con el mecanismo regulador.
6. Quitar el espejo retrovisor exterior.

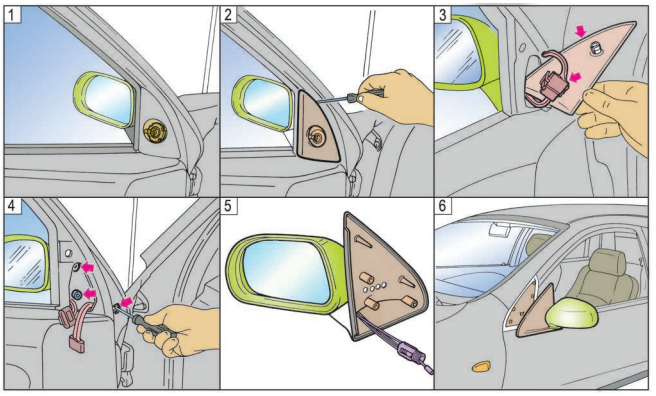


Figura 6.46. Proceso de desmontaje de un espejo retrovisor.

En algunos modelos es posible desmontar el propio espejo (placa) del resto del cuerpo o soporte. Para ello, se gira el soporte hacia arriba y se inserta la punta plana del destornillador (envuelta en papel de enmascarar) en la sección entallada. A continuación basta con apalancar suavemente hasta desacoplar el espejo.

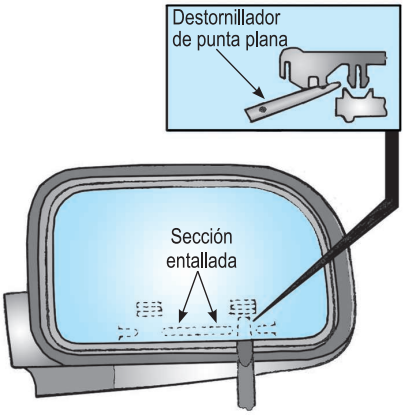


Figura 6.47. Sustitución de la placa del espejo.

Conjunto luna-elevalunas

El conjunto elevalunas está formado por todos los elementos que intervienen en las operaciones de subida y

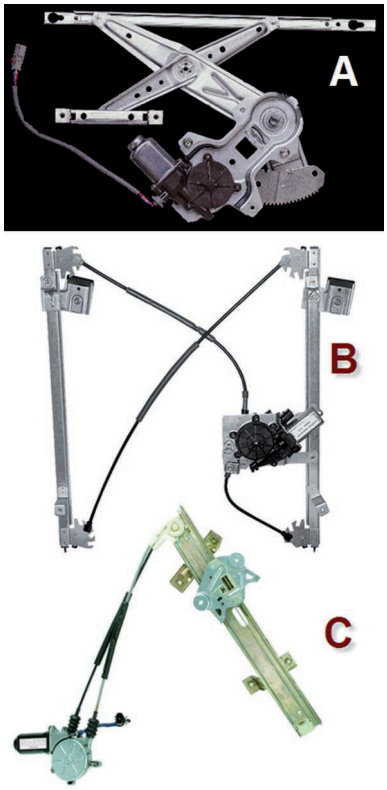
© Ediciones Paraninfo

bajada del cristal practicable de la puerta. En líneas generales, el conjunto consta de los siguientes elementos:

- Cristal o luna practicable.
- Mecanismo elevador.
- Accionador.
- Guías de centrado.
- Juntas de goma (cejillas o lamelunas).

En función del tipo de mecanismo elevador, los sistemas más utilizados pueden clasificarse en:

- Pantógrafo.
- Deslizadera.

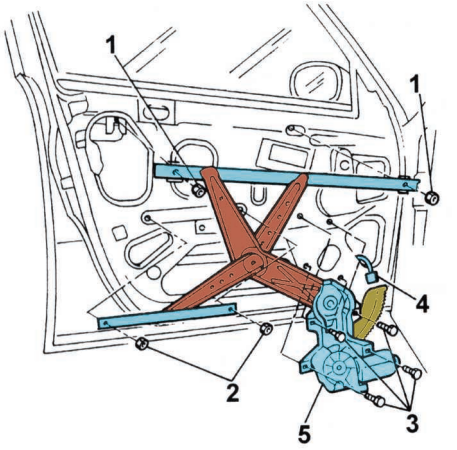


A. Pantógrafo.
B. Deslizadera de dos guías.
C. Deslizadera de una guía.

Figura 6.48. Diferentes tipos de elevalunas eléctricos.

En el elevador tipo pantógrafo, el mecanismo está formado por una «tijera», que en función del giro del motor eléctrico se cierra (sube el cristal) o se abre (baja el cristal). El cristal se fija a una guía horizontal sobre la que actúan los brazos del pantógrafo.

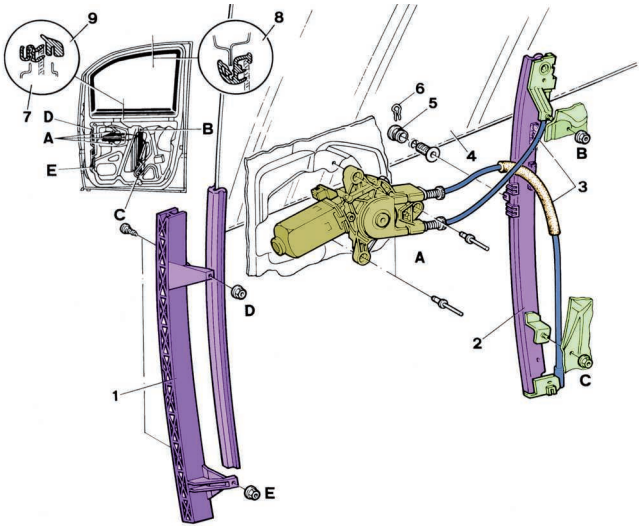
En el caso de los elevadores deslizantes, el mecanismo consiste en una o dos piezas «deslizaderas» que se desplazan sobre una o dos guías, según el caso. Sobre esta pieza se montan unas bridas para la fijación del cristal



1. Tuercas de fijación del cristal.
2. Tuercas de fijación de la guía de deslizamiento.
3. Tornillos de fijación del motor.
4. Conector eléctrico.
5. Motor eléctrico.

Figura 6.49. Elevalunas de tipo pantógrafo.

(pegado, atornillado, etc.). El desplazamiento de la deslizadera se consigue mediante un cable tipo Bowden (con funda), cuyo enrrollamiento (en uno u otro sentido) producido por el giro del motor eléctrico, provoca el arrastre de la misma.



A. Fijación del motor eléctrico (remaches).
B. Fijación superior de la guía de deslizamiento (tuerca).
C. Fijación inferior de la guía de deslizamiento (tuerca).
D. Fijación superior de la guía de centrado (tuerca).
E. Fijación inferior de la guía de centrado (tuerca).

1. Guía de centrado.
2. Guía de deslizamiento.
3. Cables de mando.
4. Cristal.
5. Casquillo.
6. Pinzas de bloqueo.
7. Junta inferior bilabial.
8. Junta perimétrica bilabial.
9. Junta rascacristal (lamelunas).

Figura 6.50. Elevalunas de tipo deslizante.

© Ediciones Paraninfo

Desmontaje

En la mayoría de los casos, la extracción del conjunto elevalunas es independiente de la extracción de la luna o cristal. Para proceder al desmontaje de este último, en primer lugar hay que subirlo o bajarlo hasta la posición que permita desmontar el sistema de fijación al mecanismo elevador, a través de los huecos del bastidor de puerta. A continuación es necesario sacar las molduras de hermetizado (cejillas o lamelunas). Una vez desmontado el sistema de fijación del cristal (tornillo, adhesivo, junta acanalada, etc.), y las guías de centrado (en su caso), la extracción se consigue tirando de él hacia arriba, inclinándolo previamente hacia la parte delantera.

Figura 6.51. Extracción de la luna de puerta.

Como ejemplo, en la Figura 6.52 se detalla un proceso de desmontaje de un mecanismo tipo «deslizadera»:

1. Levantar completamente el cristal, quitar la guía trasera aflojando los tornillos A. A continuación, quitar la guía delantera mediante los tornillos B.
2. Separar el cristal de su dispositivo de fijación y sacarlo de su alojamiento.
3. Extraer el cristal y aflojar los tornillos que fijan el conjunto elevalunas al bastidor de la puerta.
4. Sacar el conjunto de su alojamiento.

En los mecanismos de tijera se debe situar el mecanismo a medio recorrido para poder desmontar el carril de reglaje, los elementos de fijación del elevador (tornillos o remaches), y el conector eléctrico (en su caso). La extracción se realizará por el hueco adecuado del bastidor. En general, el desmontaje del mecanismo elevalunas ha de realizarse ateniéndose al tipo de mecanismo y estructura del bastidor. Si la puerta dispone de un portagrupos o casete soporte, bastará con desmontar este elemento quitando los remaches o tornillos de fijación, realizándose el despiece, una vez en el exterior.

Cuando no es necesaria la extracción del cristal de puerta, suele recurrirse a unas ventosas de sujeción que mantienen el cristal elevado mientras se desmonta el conjunto elevalunas.

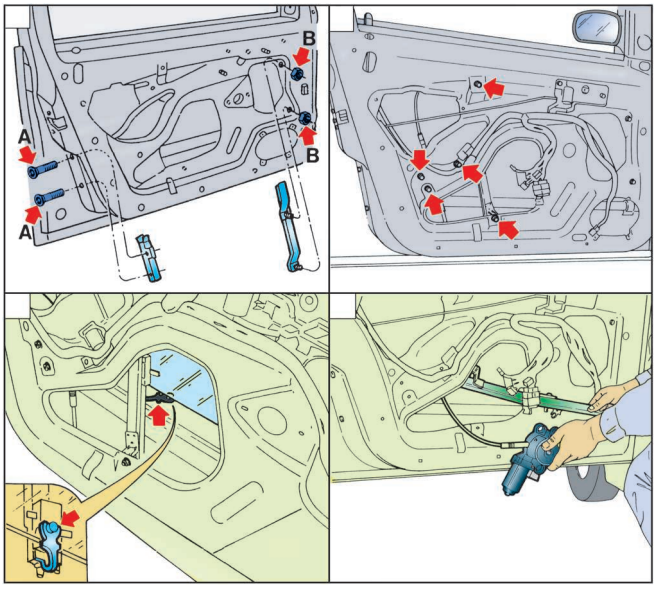


Figura 6.52. Proceso de desmontaje de un elevalunas deslizante.

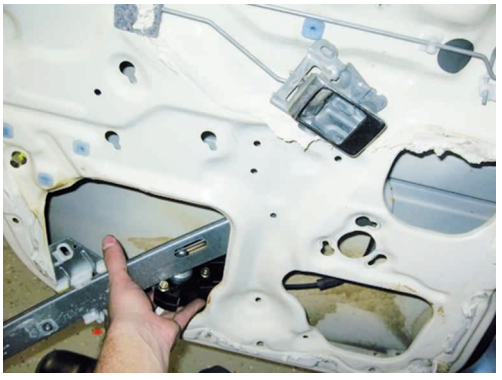


Figura 6.53. Extracción del mecanismo elevalunas a través de un hueco del bastidor de la puerta.

Figura 6.54. Ventosas para sujetar la luna de puerta.

© Ediciones Paraninfo

6.1.4. Montaje y ajuste de la puerta

En general, para realizar el ensamblaje y montaje de la puerta, basta con invertir el orden de las operaciones realizadas durante el desmontaje. En cualquier caso, es aconsejable tener en cuenta una serie de consideraciones:

- Reponer los revestimientos interiores originales (planchas antivibraciones, insonorizantes, almohadillas de poliuretano, etc.).
- Engrasar adecuadamente los mecanismos móviles, tales como: cerradura, bisagras y componentes del mecanismo elevalunas (poleas, piñones, ejes de arrastre y guías), respetando las especificaciones del fabricante sobre el producto a utilizar; ya que en algunos casos, la utilización de un producto lubricante inadecuado puede causar anomalías importantes (incluso el bloqueo del mecanismo).
- Ajustar y alinear convenientemente el cristal practicable, regulando el ángulo de inclinación y el límite superior de elevación. Estos ajustes suelen realizarse en mecanismos de elevación manuales.
- Verificar el libre movimiento, sin atascos ni agarrotamientos, del varillaje del conjunto de cierre.
- Comprobar el hermético cierre de la lámina de plástico impermeabilizante, sustituyéndola al menor síntoma de rotura o falta de adhesión.

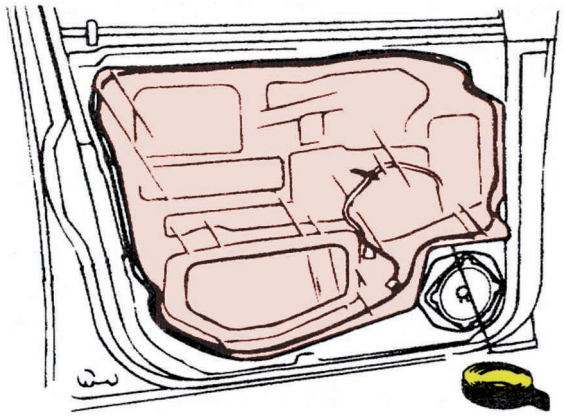


Figura 6.55. **Montaje de la lámina impermeabilizante.**

- Reponer las grapas deterioradas del panel guarnecido.
- Algunos tornillos (de bisagras) deben apretarse al par prescrito por el fabricante.

El ajuste o alineamiento de la puerta resulta imprescindible para evitar vibraciones, filtraciones de agua, «silbidos» de aire, y para facilitar un cierre hermético de forma suave.

Los ajustes que se realizan en la puerta son:

- Alineamiento de la puerta en su marco.
- Ajuste del mecanismo de cierre.

Una puerta está bien alineada, cuando además de quedar perfectamente encastrada en el hueco correspondiente del lateral de la caja, guarda una separación uniforme (luz) con las piezas adyacentes de la carrocería. El alineado debe realizarse posicionando correctamente las bisagras de fijación.

Para ello, en el caso de bisagras atornilladas, los orificios de los tornillos están sobredimensionados para permitir ligeros desplazamientos verticales y laterales.

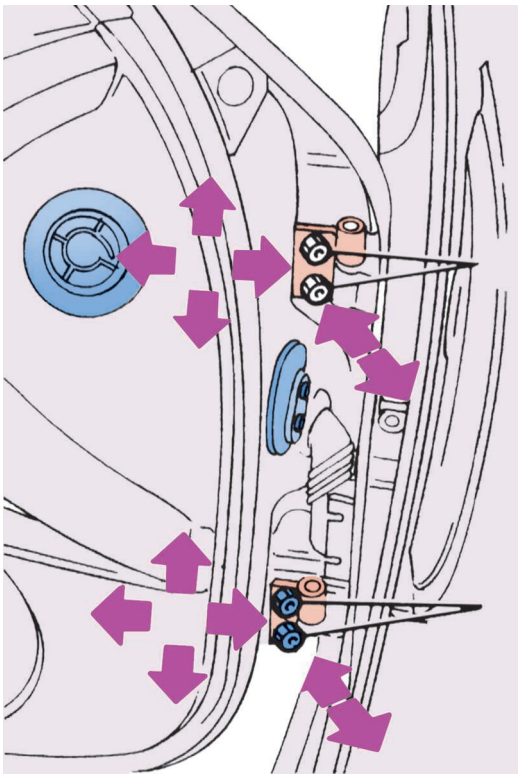


Figura 6.56. **Ajuste de la puerta.**

En determinados casos, cuando la puerta sobresale o está ligeramente hundida en su marco, el ajuste se realiza interponiendo unos suplementos adicionales entre bisagra y montante.

Antes de proceder al ajuste de la puerta, es conveniente revisar el estado del pasador y de los casquillos o cojinetes interiores (en su caso), ya que el desalineamiento puede estar causado por un desgaste excesivo de estas piezas. Asimismo, hay que tener en cuenta que un mal posicionamiento del tope de cierre de la cerradura ocasiona que la puerta se eleve o descienda según el caso.

© Ediciones Paraninfo

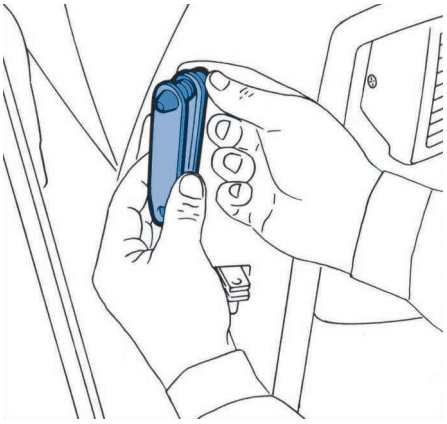


Figura 6.57. **Colocación de suplementos para el ajuste de la puerta.**

El proceso de ajuste se realiza en los siguientes pasos:

- En caso de tener que ajustar varias puertas, comenzar siempre por las traseras, tomando como referencia la aleta trasera, ya que esta no tiene posibilidad alguna de regulación. En cambio, la aleta delantera, sí puede ajustarse.
- Observar la posición de la puerta (estando cerrada), determinando los tornillos de bisagra que han de aflojarse y la dirección del ajuste. Como se ha mencionado anteriormente, puede resultar interesante desmontar el tope de cierre de la cerradura (marcando previamente su posición), para evitar interferencias indeseadas en el proceso de ajuste.

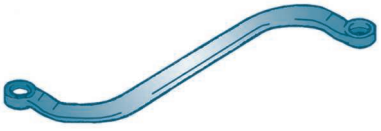
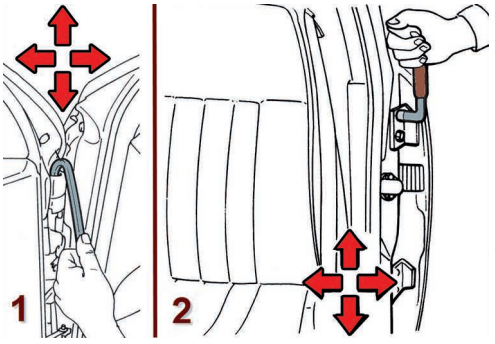


Figura 6.58. **Herramienta especial para tornillos de bisagra.**

- Aflojar ligeramente los tornillos de las bisagras, lo imprescindible para poder corregir la posición de la puerta, sin que esta caiga por su propio peso. En algunos casos, la corrección se realiza utilizando palancas o útiles específicos para esta operación.

  En el ejemplo de la Figura 6.60, el útil universal de alineado consiste en una palanca que dispone, de forma alineada, de un eje para introducir en el pestillo de la cerradura, y de un orificio para introducir en el tope de cierre. El ajuste se realiza, teniendo ligeramente aflojados los tornillos de las bisagras, moviendo la palanca adecuadamente hasta conseguir la posición deseada.



1. Ajuste de puerta delantera. 2. Ajuste de la puerta trasera

Figura 6.59. **Ajuste de la puerta.**

Figura 6.60. **Útil de alineado de puerta.**

- Corregir la posición de los tornillos hasta comprobar que la separación existente (luz) entre la puerta y los elementos periféricos de la carrocería sea correcta y uniforme. En caso necesario, pueden utilizarse unos soportes, cuñas, o «calas de espesor», para posicionar adecuadamente la puerta.

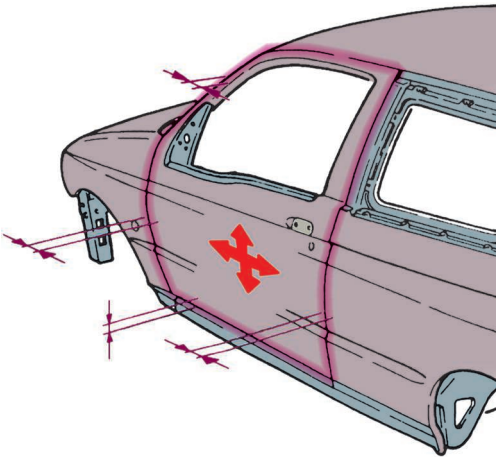


Figura 6.61. **Comprobación del ajuste (luces).**

© Ediciones Paraninfo

- Apretar los tornillos de las bisagras y comprobar el correcto anclaje de la puerta en el marco, para asegurarse que no choque con los elementos adyacentes.
- En caso necesario, repetir las operaciones hasta conseguir el ajuste deseado.
- A veces resulta práctico el dejar ligeramente metido el borde delantero de la puerta, respecto a la parte trasera de la aleta, para asegurar la ausencia de silbidos producidos por el viento.

En el caso de bisagras soldadas (generalmente al montante delantero), el ajuste se realiza desmontando en primer lugar el tornillo o pasador de la bisagra; a continuación se introduce en su lugar un útil en forma de palanca que permite realizar una corrección longitudinal o transversal, presionando la bisagra paralelamente a la línea de tierra, hasta conseguir el desplazamiento deseado. El desplazamiento vertical se consigue soldando de nuevo la bisagra. Para realizar esta operación, en primer lugar es necesario marcar con un granete el centro de los puntos de soldadura, y después proceder a un adecuado taladrado de los mismos, que permita el desmontaje de la hoja de la bisagra. A continuación, se reposiciona la hoja, soldándola provisionalmente con unos pequeños puntos (suficientes para sujetar la puerta) ajustando convenientemente su posición. Una vez realizado el ajuste, habrá que soldar completamente la bisagra.

El ajuste del mecanismo del cierre consiste en alinear el tope de cierre con la cerradura para evitar que se altere la posición de la puerta en el marco, y para conseguir cierres suaves, seguros y herméticos. Para ello, el soporte del tope de cierre dispone de unos orificios sobredimensionados (al igual que las bisagras), que permiten un desplazamiento vertical y lateral para poder realizar el ajuste.

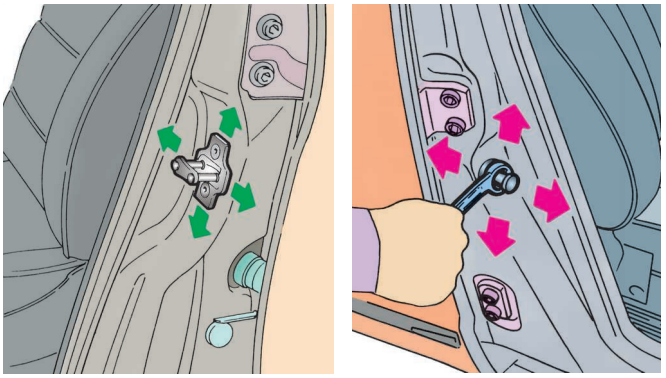


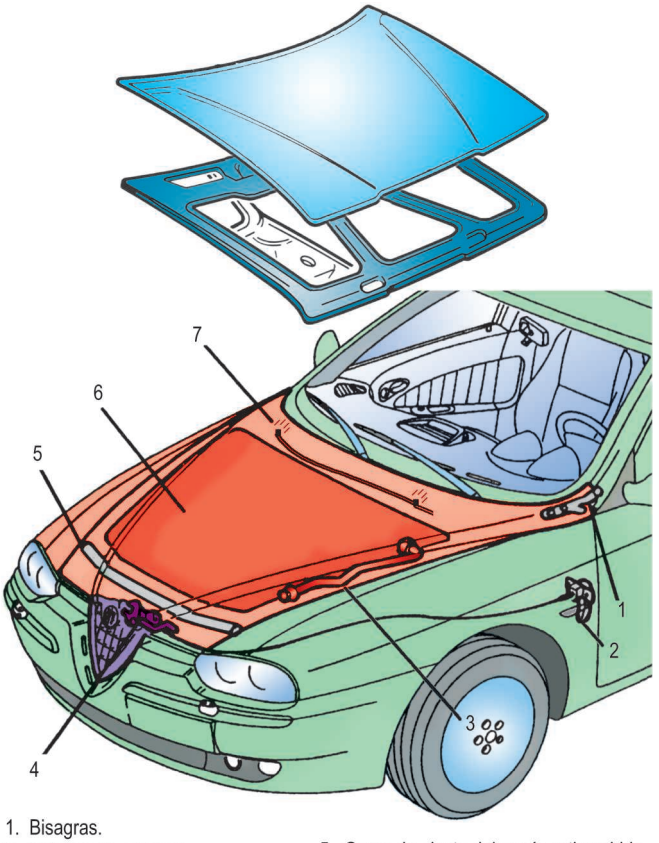
Figura 6.62. **Alineado del tope de cierre.**

6.2. Capó

Es el elemento de cierre del vano motor. Está constituido por un panel de chapa embutida reforzado interiormente por una armadura formada por perfiles de chapa, igualmente embutida. Contribuye, en gran medida, a definir la línea característica del vehículo; e interviene, de forma importante, en la absorción de energía en caso de impacto (elemento fusible con deformación programada). Asimismo, influye notablemente en el coeficiente aerodinámico del vehículo.

Al igual que las puertas, su fijación se realiza, por un lado, mediante dos bisagras; y por el otro, mediante un dispositivo de cierre (cerradura y resbalón).

En los capós de aluminio los componentes de la chapa interior se suelen ensamblar mediante remachado estampado, se engatillan de forma convencional con la chapa exterior y se pegan con adhesivos de resina epoxi. Las zonas engatilladas reciben asimismo un sellado de PVC para uniones. Todas las piezas amovibles de acero en el capó están dotadas de un recubrimiento anticorrosivo (Dacromet) en las zonas de unión.



1. Bisagras.
2. Palanca de apertura.
3. Varilla de sujeción del capó.
4. Mecanismo de cierre.
5. Goma de ajuste del capó, antizumbido.
6. Guarnecido insonorizante.
7. Difusores y tuberías del lavaparabrisas.

Figura 6.63. **Estructura de un capó delantero.**

Al ser el capó una pieza de gran superficie, se encuentra muy reforzado. Por ello, la reparación de este elemento se encuentra muy condicionada por la configuración y el número de refuerzos existentes. De tal manera que la

© Ediciones Paraninfo

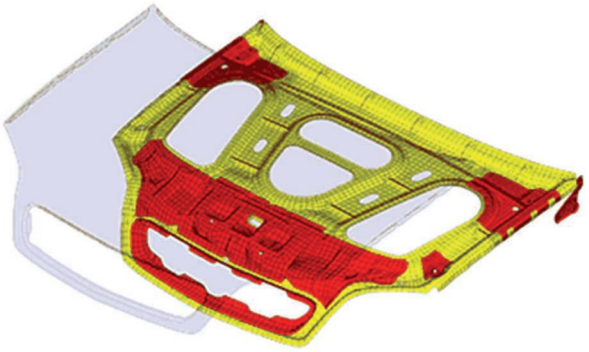


Figura 6.64. **Huecos que presenta la zona reforzada de un capó.**

mayor o menor accesibilidad para la reparación vendrá dada por los huecos que presenta la zona reforzada.

Para su reparación, se desmontarán únicamente los accesorios necesarios, en función del tamaño y localización del daño.

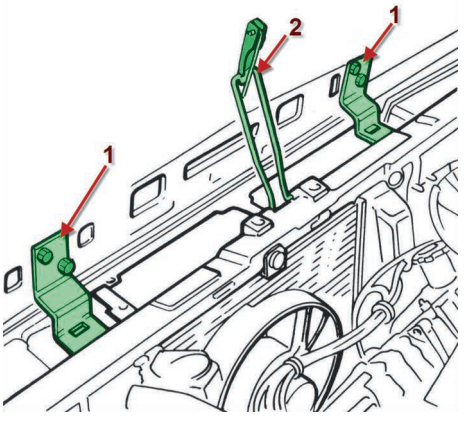
6.2.1. Constitución

Tal y como se aprecia en la Figura 6.63, los elementos o dispositivos que suelen formar parte del conjunto del capó, son:

Bisagras

Constituyen la fijación del capó a la carrocería. Aunque existe una gran variedad de modelos diferentes, su principio de funcionamiento es similar al de las bisagras de puertas. Dependiendo del lugar de montaje, en la parte delantera (atornilladas al frente delantero), o en la parte trasera (atornilladas al pase de ruedas), la apertura del capó se realizará de delante hacia atrás, o de atrás hacia delante, respectivamente.

En el caso de la Figura 6.65, el conjunto de las bisagras se complementa con un tirante de posicionamiento, que inmoviliza al capó cuando se encuentra abierto.



1. Bisagras.
2. Tirante de posicionamiento.

Figura 6.65. **Fijación del capó al frente delantero.**

En el segundo caso (Figura 6.66), las bisagras incorporan un gancho cuya función es evitar que estas se separen en caso de choque. Cuando se encuentra abierto, su inmovilización se consigue mediante una varilla elevadora que se enclava en algunos casos en la carrocería, y en otros, en el propio capó.

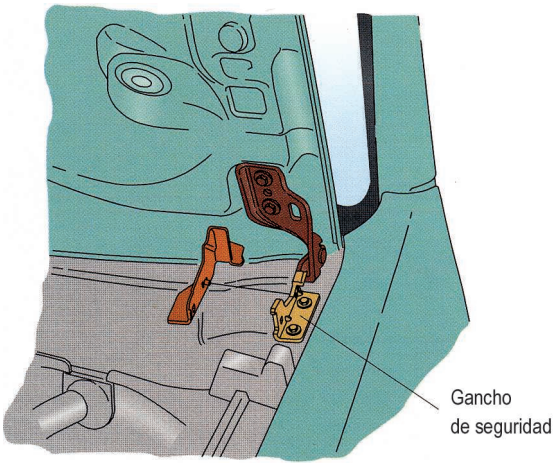


Figura 6.66. **Fijación del capó al pase de ruedas.**

6.2.2. Desmontaje

Para el desmontaje del capó, habrá que extraer los tornillos de fijación de las bisagras, retirándolo conjuntamente entre dos operarios.

Al igual que en el caso de las puertas, antes del desmontaje de las bisagras, conviene marcar el contorno de su posición, para facilitar las operaciones de montaje y ajuste.

El proceso de desmontaje es el siguiente:

- Desconectar las tuberías de los difusores de agua.
- Desmontar las bisagras de fijación.
- Extraer el capó.

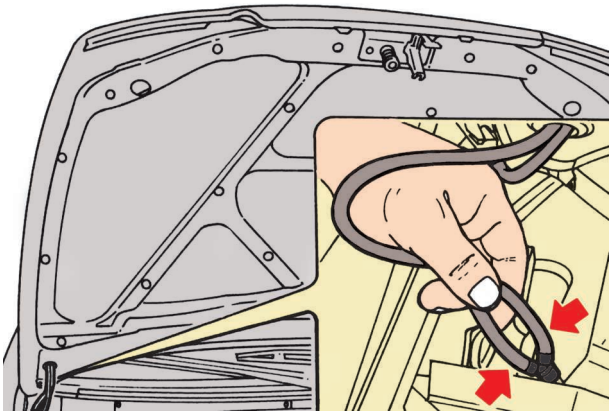


Figura 6.67. **Desconexión de los difusores del lavaparabrisas.**

© Ediciones Paraninfo

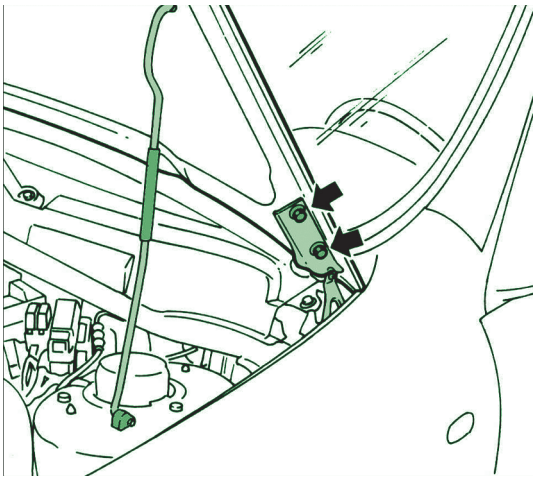


Figura 6.68. **Desmontaje de las bisagras del capó.**

Algunos vehículos con capós voluminosos y pesados, suelen incorporar amortiguadores (al igual que los portones traseros), que también será necesario desmontar.

6.2.3. Despiece

Como se ha mencionado anteriormente, para realizar determinadas reparaciones, o en caso de sustitución del capó, será necesario desmontar parcial o totalmente los elementos o dispositivos que integran el mismo.

Conjunto de cierre

Está formado por una serie de dispositivos cuya función es la de asegurar la posición de cerramiento del capó. La apertura se realiza a través de una palanca que se encuentra situada en el habitáculo (cerca del conductor). Esta palanca se une, mediante un cable Bowden, al mecanismo de cierre; liberándolo al ser accionada. La apertura suele realizarse en dos fases:

1. Accionando la palanca interior, el resbalón se libera parcialmente pero sin llegar a provocar su apertura, ya que aún existe un mecanismo de seguridad que impide la apertura accidental del capó durante la marcha.
2. Para permitir la completa apertura, es necesario accionar otra palanca que se encuentra situada bajo el capó, al lado del conjunto de la cerradura.

El conjunto está formado por los siguientes elementos:

- Resbalón de la cerradura.
- Cerradura.
- Cable Bowden.
- Palanca de apertura y de seguridad.

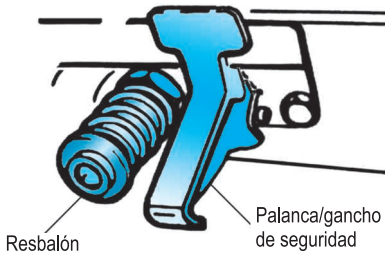


Figura 6.69. **Conjunto de resbalón y palanca de seguridad.**

El resbalón es el elemento de cierre del capó. Suele consistir en un eje de cabeza cónica, roscado al capó e inmovilizado mediante una contratuerca. Incorpora un muelle que impide la aparición de vibraciones durante la marcha. Para su desmontaje basta con aflojarlo desbloqueando la tuerca de fijación.

La palanca o gancho de seguridad es un elemento de seguridad que, tal y como se ha mencionado anteriormente, impide la completa apertura del capó, aunque se accione la palanca interior. Su desmontaje se realiza extrayendo los tornillos de fijación al capó.

Al igual que en el caso de las puertas, y de funcionamiento similar, la cerradura es el elemento que asegura el cierre del capó. El mecanismo se basa en el desplazamiento de un pestillo que bloquea o libera el resbalón del capó. En función del tipo de dicho resbalón, la cerradura adopta diferentes configuraciones. Su desmontaje se rea-

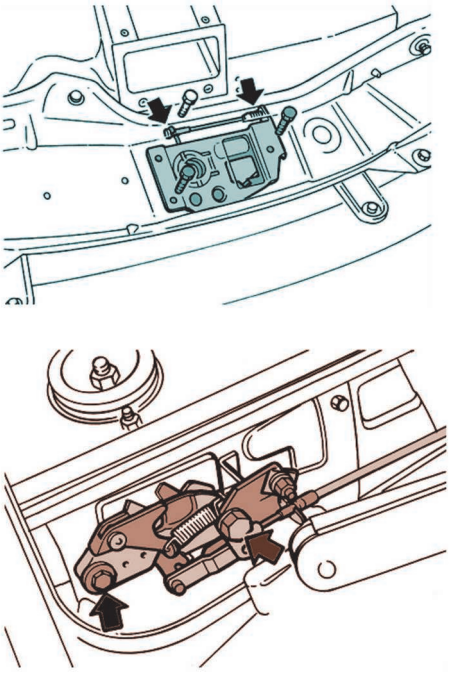


Figura 6.70. **Desmontaje de la cerradura del capó.**

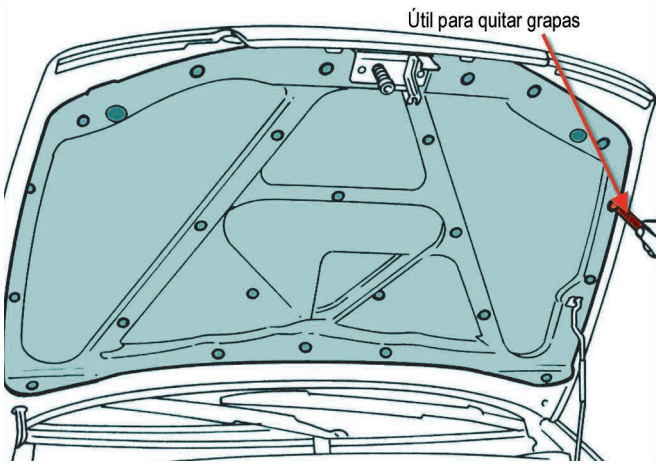
© Ediciones Paraninfo

liza separando el cable de apertura y quitando, posteriormente, los tornillos de fijación.

Guarnecido (revestimiento insonorizante)

Consiste en una plancha de material insonorizante (habitualmente poliuretano), que se fija sobre el interior del capó para limitar la transmisión de ruidos y vibraciones desde el vano motor hacia el interior del vehículo, impidiendo así el aumento del nivel sonoro dentro del habitáculo de pasajeros. Estas planchas pueden ser:

- **Rígidas.** Suelen ser de gran superficie, y se fijan al capó por medio de grapas o tornillos.
- **Flexibles.** Normalmente son pequeñas planchas autoadhesivas que se fijan en los huecos entre los refuerzos del capó.



Detalle del útil para quitar las grapas

Figura 6.71. Desmontaje del guarnecido insonorizante del capó.

El desmontaje se realizará en función del tipo de plancha insonorizante:

- Desmontando las grapas o tornillos de fijación mediante el útil específico.
- Despegándola con ayuda de una espátula, rasqueta o herramienta similar (en este caso es necesario calentar previamente la plancha mediante un generador de aire caliente).

Difusores (surtidores) de agua

Son unas pequeñas piezas huecas que van fijadas, normalmente a presión, sobre el capó. Disponen de unos conductos calibrados para pulverizar agua sobre la luna parabrisas cuando se activa el circuito en cuestión. La activación la realiza un interruptor situado en el mando limpiaparabrisas, que acciona un pequeño motor eléctrico, cuya misión es la de impulsar el agua contenida en un depósito, hasta los difusores del capó, a través de unas tuberías flexibles.

Para su extracción, habrá que presionar para liberar el sistema de anclaje al capó, desconectando previamente las tuberías de agua de sus abrazaderas.

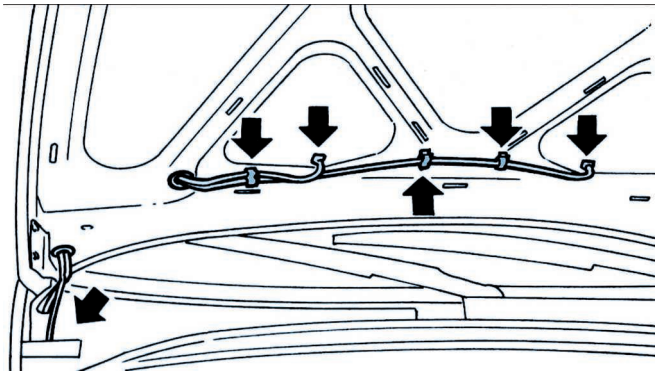


Figura 6.72. Extracción de las tuberías de agua de los difusores.

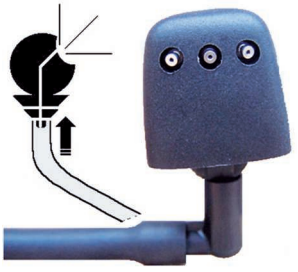


Figura 6.73. Difusor del lavaparabrisas.

Rejilla frontal

Algunos modelos de vehículos incorporan una rejilla de aireación en la estructura frontal del capó. Su desmontaje se realizará extrayendo los tornillos de fijación de la misma (Figura 6.74).

© Ediciones Paraninfo

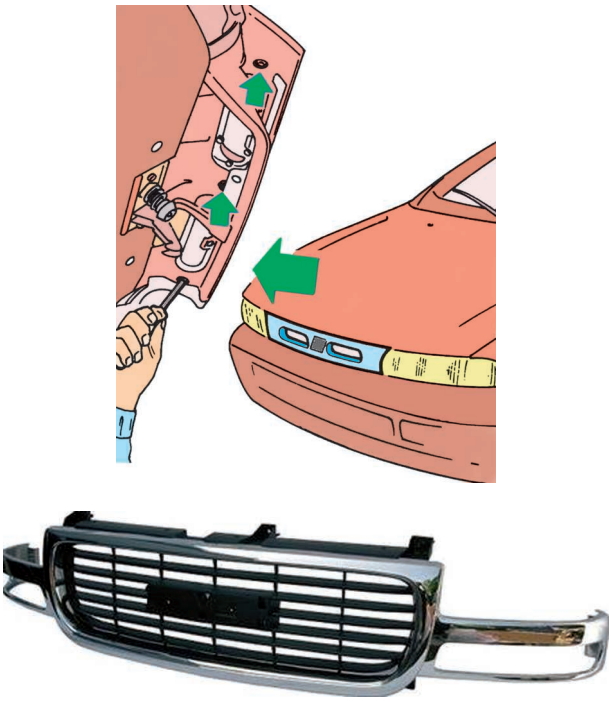


Figura 6.74. **Desmontaje de la rejilla frontal.**

6.2.4. Montaje y ajuste del capó

Para realizar el ensamblaje y montaje del capó basta, en la mayoría de los casos, con invertir el orden de las operaciones realizadas durante el desmontaje. En cualquier caso, es aconsejable tener en cuenta una serie de consideraciones:

- Engrasar adecuadamente los mecanismos móviles, tales como: cerradura, bisagras, etcétera.
- Reponer los revestimientos interiores originales.
- Verificar el libre movimiento, sin atascos ni agarrotamientos, del accionamiento del mecanismo de cierre.

Figura 6.75. **Sellado de las lengüetas de los refuerzos del capó.**

- Reponer las grapas deterioradas del guarnecido.
- En caso necesario, sellar con el adhesivo apropiado las lengüetas de los refuerzos del capó.

Al igual que el resto de las partes móviles de la carrocería, el capó debe alinearse correctamente con las piezas contiguas, aletas y caja de aireación o revestimiento inferior del parabrisas, manteniendo la altura y la separación uniforme en toda su longitud.

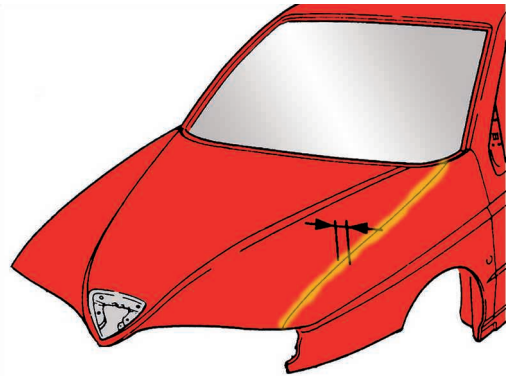


Figura 6.76. **Alineación del capó con la aleta delantera.**

Para permitir el ajuste, las bisagras tienen los agujeros sobredimensionados para conseguir desplazamientos en la dirección de las flechas (verticales y laterales). A veces resulta conveniente desmontar la cerradura o el resbalón, para evitar que al encajar el capó, el sistema de cierre lo desvíe hacia un lado, falseando el ajuste.

El mecanismo de cierre también ha de ajustarse, comprobando que esté perfectamente alineado respecto a la posición del capó; lo que garantiza además un cierre suave y seguro.

Según los diferentes modelos de vehículos, el ajuste puede realizarse:

- En la cerradura (Figura 6.77.d). En este caso, el ajuste se realiza aflojando los tornillos de fijación, y desplazando, a continuación, el mecanismo según indica la dirección de las flechas.
- En el resbalón (Figura 6.77.e). Para ello, hay que aflojar la contratuerca y realizar después el desplazamiento deseado (vertical o lateral). Además, puede regularse la altura, introduciendo (roscando) más o menos el resbalón.

La corrección de la altura del capó se consigue mediante unos tacos de goma que sirven de apoyo al capó, y que se fijan a rosca sobre la traviesa delantera, o sobre la parte delantera del capó. Estos tacos, además, evitan las posibles vibraciones laterales del capó (algunos vehículos incorporan también tacos laterales para este fin).

© Ediciones Paraninfo

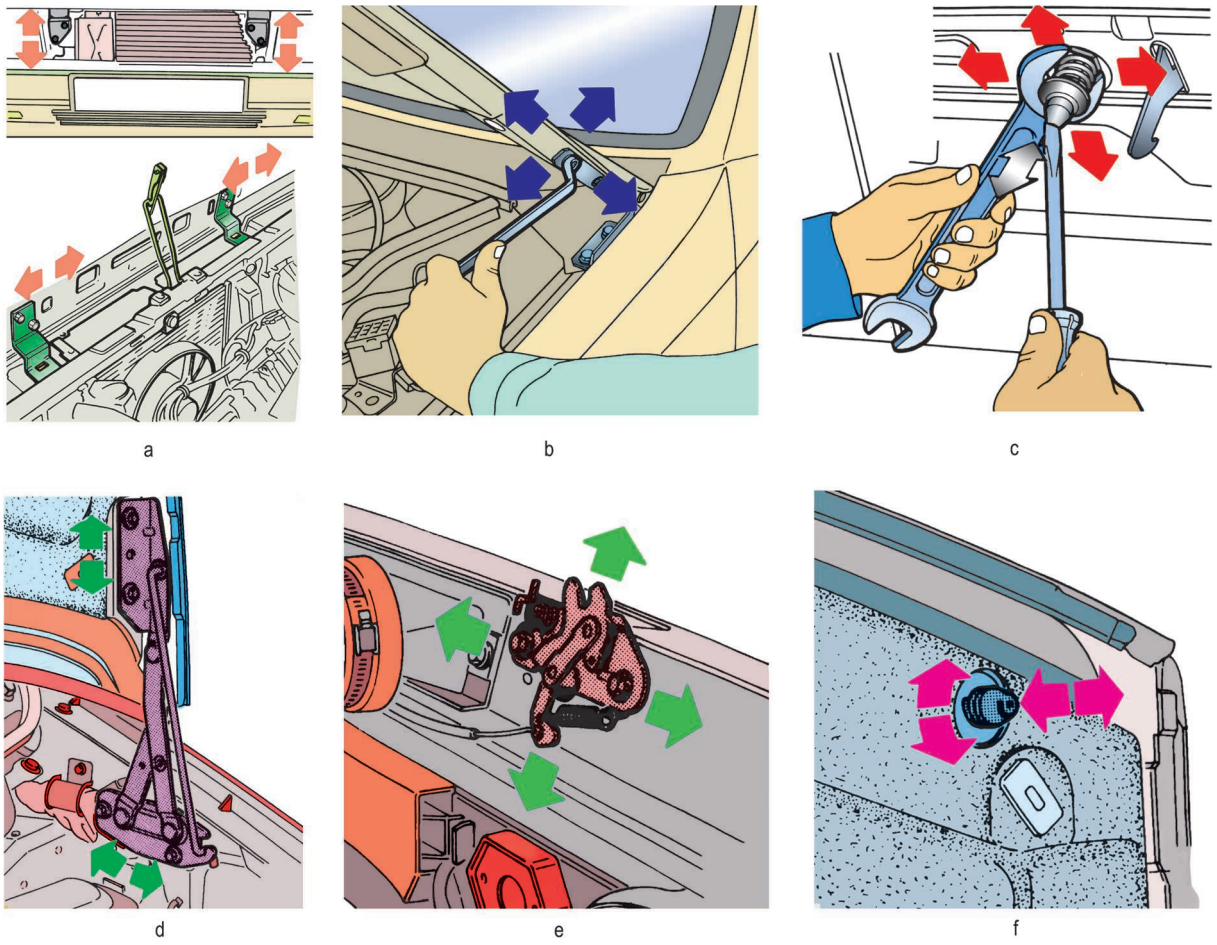


Figura 6.77. **Proceso de ajuste del capó.**

El proceso de ajuste se realiza en los siguientes pasos:

- Aflojar ligeramente los tornillos de las bisagras (lo suficiente para poder mover el capó, sin que este se caiga durante la operación.
- Cerrar el capó y corregir su posición (moviéndolo) hasta conseguir un perfecto alineado con las piezas adyacentes (al igual que en casos anteriores, puede resultar conveniente desmontar el conjunto de cierre).
- Comprobar que la altura es la correcta. En caso contrario, volver a regular las bisagras o los topes (según el caso).
- Si no es posible alinear adecuadamente el capó con las aletas, puede deberse a un desajuste de estas, por lo que será necesario ajustar previamente su posición.
- Levantar cuidadosamente el capó y apretar los tornillos de las bisagras.
- A continuación, comprobar el cierre del capó, verificando que el mecanismo está perfectamente centrado. Para ello, hay que tener en cuenta que, si es necesario cerrar con demasiada fuerza, habrá que subir la cerradura o bajar el resbalón; en cambio, si al cerrar el capó, este no apoya adecuadamente en los tacos o topes de apoyo, será necesario bajar la cerradura o subir el resbalón.

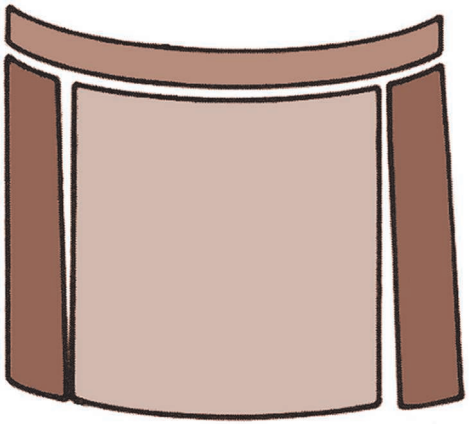


Figura 6.78. **Ajustes de posición entre el capó y la aleta.**

© Ediciones Paraninfo

6.3. Portón trasero

Se denomina así al elemento de cierre del volumen trasero, en los vehículos con estructura de dos volúmenes. En su diseño se tiene muy en cuenta el factor aerodinámico, pues no en vano, es una de las piezas que más decisivamente intervienen en el coeficiente de resistencia aerodinámica. Su contribución en materia de resistencia estructural se ve muy limitada al incorporar el cristal o luna trasera, que cada vez tiende a ser más voluminosa para mejorar la visibilidad posterior.

Figura 6.79. **Portón trasero o posterior.**

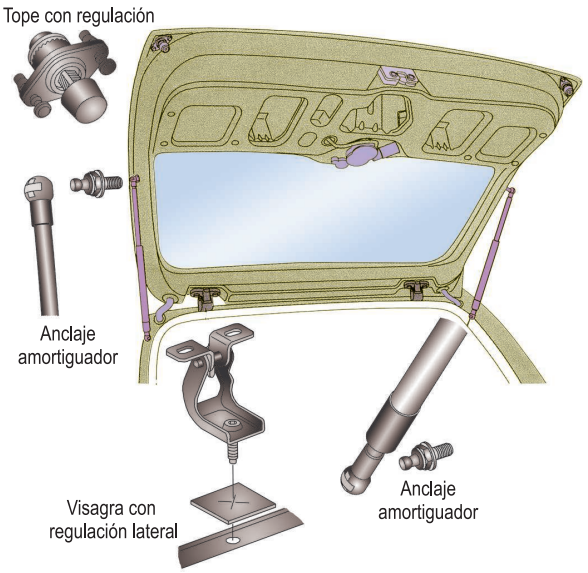
El sistema de fijación consiste en dos bisagras atornilladas, o soldadas normalmente a la traviesa trasera del techo o a los montantes traseros, completándose con un dispositivo de cierre (cerradura y resbalón) individual o doble (según el caso).

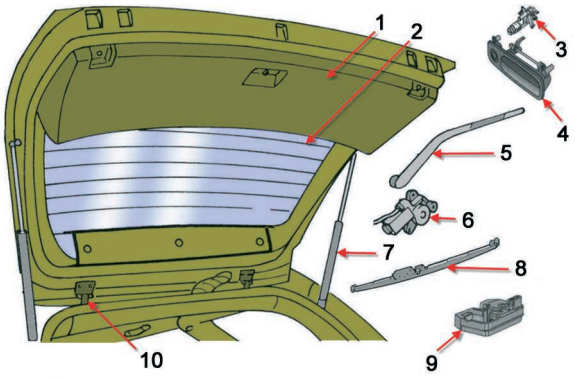
Hay modelos de vehículos que utilizan un portón posterior ensamblando una chapa exterior de aluminio y un elemento interior de magnesio (de fundición a presión). El ensamblaje se realiza por medio de engatillado y un pegado con adhesivo de resina epoxi. Con la utilización de piezas fundidas de magnesio es posible combinar en una sola pieza todos los refuerzos para los anclajes de: bisagras, amortiguadores de gas, motor del limpialuneta, etc. Para la fijación de estas piezas amovibles se implantan tuercas insertadas de aluminio (para evitar la corrosión se aplica una capa aislante de adhesivo). Todas las piezas de magnesio suelen protegerse contra la corrosión por medio de un recubrimiento de material pulverizado compuesto por resina epoxi y poliéster. Conviene recordar que no es conveniente el mecanizado de las piezas de magnesio por el alto riesgo de incendio.

6.3.1. Constitución

Los elementos o dispositivos que suelen formar parte del conjunto del portón trasero son los relacionados en la Figura 6.80.

Además de estos elementos, el portón trasero puede incorporar otros como: alerones aerodinámicos, embellecedores, tacos de nivelación, difusores de agua, anagramas, etcétera.





1. Revestimiento interior (guarnecido).
2. Circuito eléctrico (térmico).
3. Bombín.
4. Manilla exterior.
5. Limpialuneta.
6. Motor del limpialuneta.
7. Amortiguador (muelle de compresión de gas).
8. Tercera luz de freno.
9. Cerradura.
10. Bisagras.

Figura 6.80. **Constitución de un portón trasero.**

© Ediciones Paraninfo

6.3.2. Desmontaje

Para desmontar el portón será necesario realizar las siguientes operaciones:

- Desmontar el revestimiento.
- Desconectar la instalación eléctrica.
- Desconectar las tuberías de los difusores de agua.
- Soltar la fijación de los amortiguadores (suelen ser dos).
- Desmontar las bisagras de fijación.

Revestimiento

El revestimiento o guarnecido es el elemento de cierre interior de la estructura del portón. Su función, aparte de la puramente estética, es la de proteger a elementos como el motor del limpialuneta, y la de proporcionar un adecuado aislamiento acústico del portón.

Su desmontaje se realiza extrayendo adecuadamente las grapas o los tornillos de fijación, y los registros o las tapas de algunos accesorios como la tercera luz de freno.

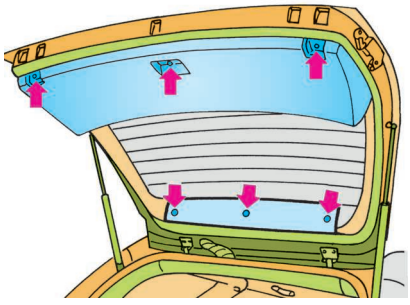


Figura 6.81. **Desmontaje del guarnecido del portón.**

Instalación eléctrica

Constituye el conjunto de cables que alimentan (según el equipamiento), a diferentes elementos o conjuntos, como:

- Circuito de desempañamiento de la luneta.
- Motor del limpialuneta.
- Luces (según el caso: matrícula, intermitente, freno, posición, marcha atrás y antiniebla).
- Cierre eléctrico.

Para el desmontaje del portón, y en caso de no disponer de un conector común al conjunto de cables, será necesario extraer la instalación eléctrica desconectando todas y cada una de las clemas de los elementos eléctricos del portón. Para ello, en primer lugar, se desmontará el panel guarnecido. A continuación, habrá que soltar todas las conexiones eléctricas (Figura 6.82 A, C, D, E y F), extrayendo la cablería por su entrada en el portón, una vez retirada la funda de protección B.

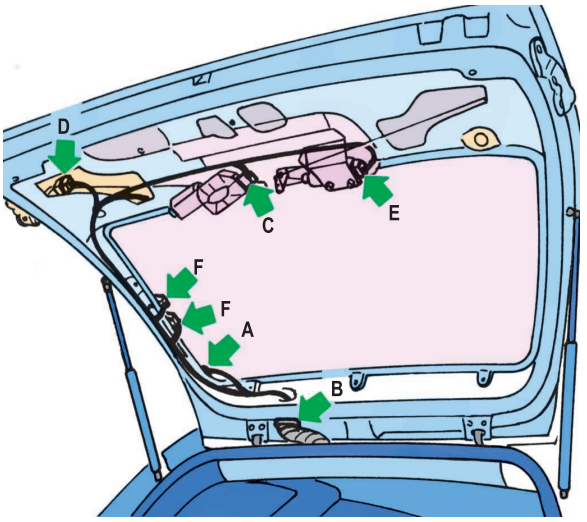


Figura 6.82. **Desmontaje de las conexiones eléctricas.**

Figura 6.83. **Contactos eléctricos móviles.**

En algunas ocasiones, la conexión de entrada se realiza por medio de unos contactos móviles situados unos en la parte inferior del portón y otros en la parte trasera del piso del maletero; de tal manera que el circuito solo se cierra cuando se encaja el portón. En estos casos, el desmontaje del guarnecido puede que no sea necesario para extraer el portón.

Desconectar las tuberías de los difusores de agua

Su desmontaje, al igual que en el capó delantero, se realizará soltando la tubería en el empalme más cercano.

© Ediciones Paraninfo

Amortiguadores o muelles de gas presurizado

Estos elementos son los encargados de ayudar en la apertura del portón, y de mantenerlo levantado sin riesgo de caída. Su funcionamiento suele basarse en el efecto de expansión que produce un gas o un muelle, que han sido previamente comprimidos.

Su fijación es de tipo «rótula», y se realiza sobre sendos pernos situados uno en el portón y otro en la carrocería.

Para su desmontaje será necesario soltar los anclajes de los pernos; bien a presión, o bien mediante elementos de retención como grupillas o pinzas.

Figura 6.84. Extracción de la grapa del amortiguador.

Bisagras

Constituyen el sistema articulado de unión del portón a la carrocería. Su configuración suele ser muy simple (al igual que las bisagras de puerta), y normalmente el sistema de fijación se realiza mediante soldadura o tornillos.

Para desmontar el portón, en algunos casos, será necesario extraer los tornillos de fijación de las bisagras (marcando previamente su contorno). En el caso de bisagras soldadas, habrá que extraer el pasador de la articulación. En determinadas ocasiones, para acceder a los tornillos de fijación hay que desmontar parcialmente el revestimiento del techo, quitando las grapas de anclaje. Dado el elevado peso y volumen del portón, en las operaciones de desmontaje y extracción del mismo será necesaria la acción conjunta de dos operarios.

Figura 6.85. Desmontaje de las bisagras del portón.

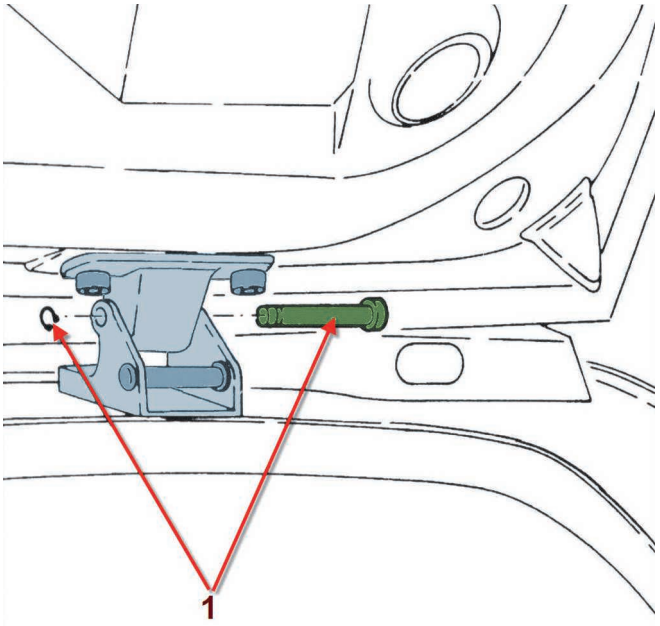


Figura 6.86. Desmontaje del pasador de las bisagras soldadas del portón.

6.3.3. Despiece

El despiece del portón se realizará de forma completa o parcial según el daño apreciado, y en función de los elementos que integran el equipamiento original del mismo.

Conjunto de cierre

Está formado por una serie de dispositivos cuya función es la de asegurar la posición de cerramiento del portón. La apertura y el cierre puede realizarse bien directamente, accionando la cerradura mediante la llave, o bien indirectamente (en el caso de equipar un sistema de cierre centralizado), abriendo o cerrando las puertas delanteras mediante llave, o accionando el mando a distancia del sistema de cierre.

El conjunto está formado por los siguientes elementos:

- Resbalón de la cerradura.
- Cerradura.
- Bombín.
- Manilla exterior.
- Motor de cierre eléctrico.
- Varillaje.

© Ediciones Paraninfo

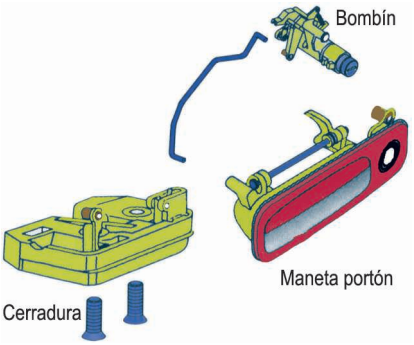


Figura 6.87. Conjunto de cierre del portón.

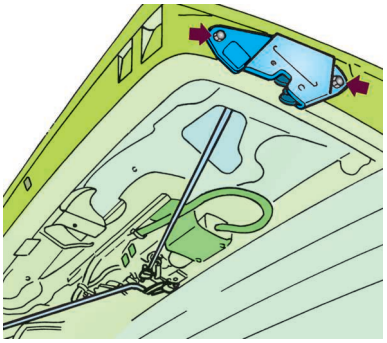


Figura 6.88. Varillaje de reenvío.

El funcionamiento y estructura del mecanismo de cierre es muy similar al de las puertas, aunque puede presentar ciertas particularidades. Cuando el portón tiene una gran superficie, suele disponer de dos cerraduras situadas lateralmente sobre el mismo; anclándose los resbalones (en forma de horquilla) sobre el piso del maletero. En este caso, el mecanismo de accionamiento se encuentra en la parte central del portón, transmitiéndose el movimiento a las cerraduras a través de sendas varillas de reenvío.

El desmontaje de las cerraduras se realizará aflojando los tornillos de fijación, según la estructura que presente la misma.

Para extraer el bombín de cierre (Figura 6.89 C), habrá que desmontar el elemento de fijación al conjunto de la cerradura (en este caso, una grupilla B).

La manilla exterior se desmontará, asimismo, extrayendo los tornillos o tuercas de fijación, situadas en el interior del portón.

El desmontaje del motor del cierre eléctrico centralizado se realizará extrayendo los pertinentes tornillos de fijación. A veces, el accionamiento eléctrico está integrado en el mecanismo de la cerradura, desmontándose conjuntamente.

En todos los casos, será necesario soltar, previamente, las varillas de mando.

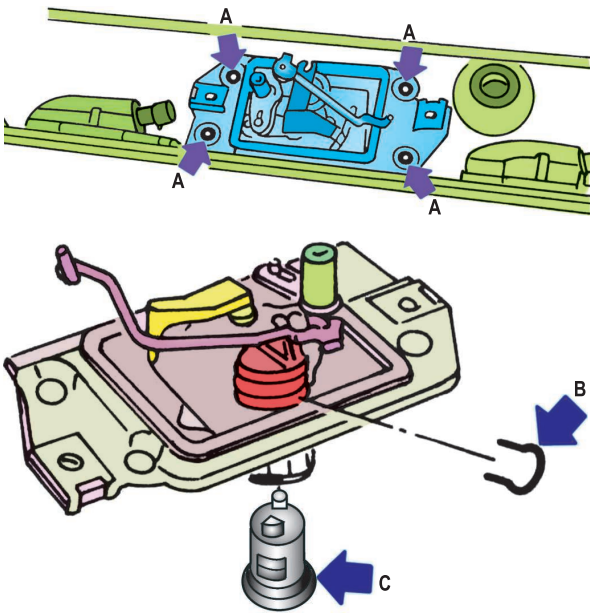


Figura 6.89. Desmontaje de la cerradura del portón y del bombín.

Mecanismo limpialuneta

Su función es proporcionar una adecuada visión en condiciones adversas, como lluvia o suciedad.

Consta de un motor eléctrico de giro alternativo, que desplaza a un brazo portaescobilla para realizar el barrido exterior de la luneta. Para posibilitar la limpieza de la luneta en ausencia de lluvia, este mecanismo se complementa con el conjunto lavaluneta, cuyo funcionamiento y

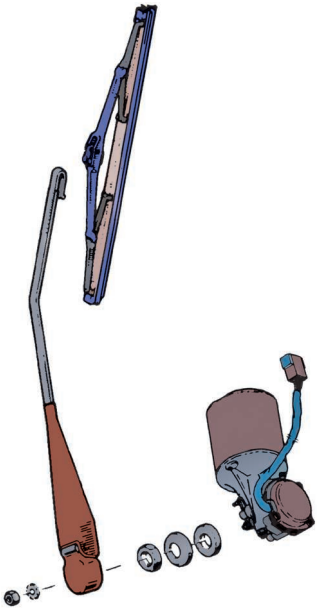


Figura 6.90. Conjunto limpialuneta.

© Ediciones Paraninfo

configuración es idéntico al lavaparabrisas (interruptor, depósito, bomba, tuberías flexibles y surtidor).

Para el desmontaje del limpialuneta, la primera operación consistirá en extraer las piezas necesarias para poder acceder al motor eléctrico (revestimientos, tapas o carcasas). Después se sacará el brazo portaescobilla aflojando las tuercas de fijación del eje del motor. Por último, se extraerá el motor aflojando los tornillos o tuercas adecuadas.

Grupos ópticos traseros

En el caso de que el portón incorpore los grupos ópticos traseros, la extracción de estos se realizará soltando los conectores eléctricos y a continuación desmontando las tuercas o los tornillos de fijación al portón situados en la parte interior.

Luneta térmica

Su sistema de fijación suele ser pegada o calzada. Por tratarse de un cristal de gran superficie, las particularidades de su desmontaje se abordan en la Unidad 7, «Lunas».

6.3.4. Montaje y ajuste del portón

Para realizar el ensamblaje y montaje del portón, bastará, en la mayoría de los casos, con invertir el orden de las operaciones realizadas durante el desmontaje. En cualquier caso, es aconsejable tener en cuenta una serie de consideraciones:

- Engrasar adecuadamente los mecanismos móviles, tales como cerradura, bisagras, reenvío, etcétera.
- Verificar el libre movimiento, sin atascos ni agarrotamientos, del accionamiento del mecanismo de cierre.
- Comprobar el ajuste de las rótulas de los amortiguadores.
- Reponer los revestimientos interiores originales.
- Reponer las grapas deterioradas del guarnecido.
- Verificar el correcto estado de las clemas de conexión, y comprobar el correcto funcionamiento de todos los sistemas eléctricos.

Al igual que los elementos amovibles anteriores, a la hora de montar el portón, es necesario realizar un ajuste de posicionamiento para conseguir que quede bien «enrasado» con las superficies adyacentes, manteniendo una separación uniforme, a la vez que asiente perfectamente sobre la goma del cerco, para asegurar la estanqueidad del cierre y evitar así filtraciones de aire, agua y polvo, que suelen generar ruidos indeseados. Asimismo, también ha de ajustarse convenientemente la posición del conjunto cerradura-resbalón, para conseguir cierres seguros y suaves, evitando a la vez interferencias en el alineamiento del portón.

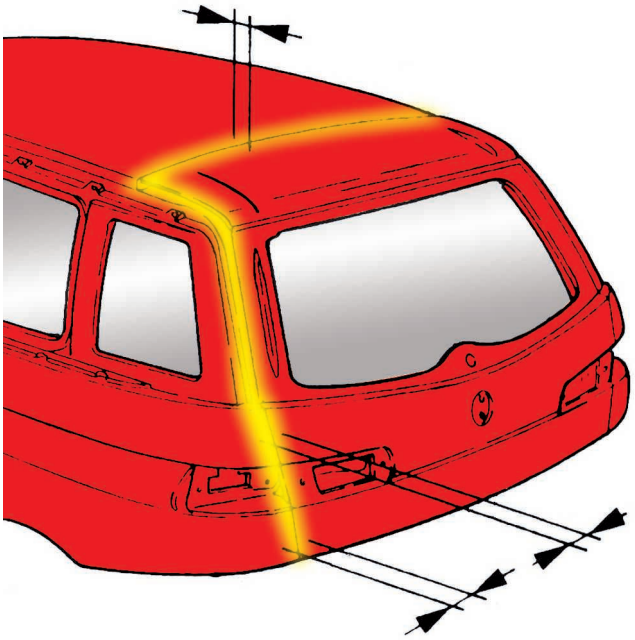


Figura 6.91. Alineación entre portón, aleta trasera y techo.

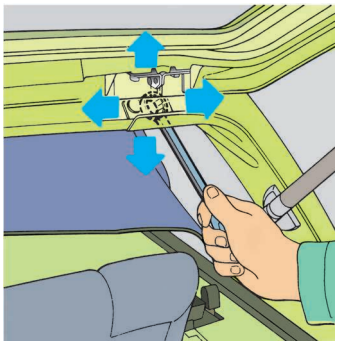


Figura 6.92. Desplazamientos de ajuste del portón.

Para realizar el ajuste, los agujeros de fijación de las bisagras se encuentran sobredimensionados, como en los casos anteriores, de tal manera que permiten desplazamientos verticales y laterales.

El ajuste del conjunto de cierre se consigue desplazando la cerradura en el sentido de las flechas, y/o moviendo el resbalón, desplazándolo una vez aflojados los tornillos de fijación. En algunos casos, el ajuste se realiza interponiendo suplementos.

© Ediciones Paraninfo

La corrección de la altura se consigue mediante unos tacos de goma que sirven de apoyo al portón, y que se fijan, roscados, sobre el mismo (Figura 6.93 A). Estos tacos, además, evitan las posibles vibraciones laterales del portón.

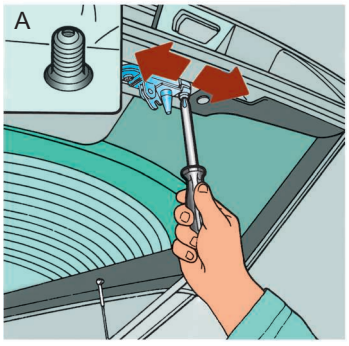


Figura 6.93. Ajuste del cierre del portón moviendo la cerradura.

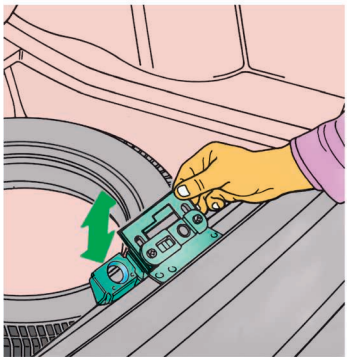


Figura 6.94. Ajuste del cierre del portón interponiendo suplementos.

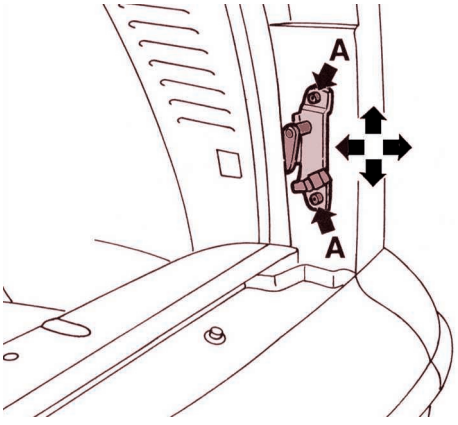


Figura 6.95. Ajuste del cierre del portón moviendo el resbalón.

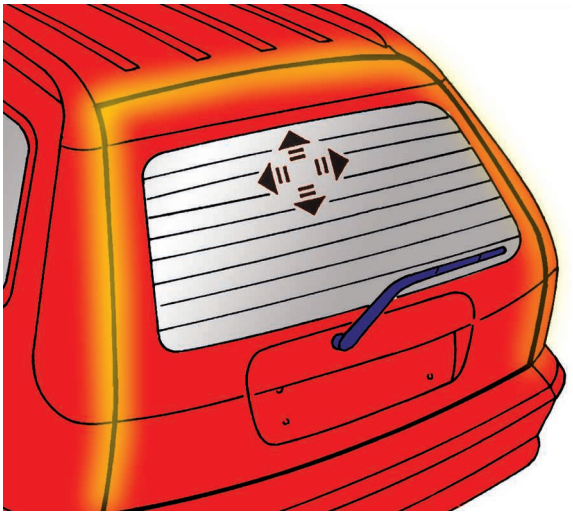


Figura 6.96. Alineado del portón.

El proceso de ajuste se realiza en las siguientes fases:

- Aflojar ligeramente los tornillos de las bisagras (lo suficiente para poder mover el portón, sujetándolo para evitar que se descuelgue durante la operación de ajuste.
- Cerrar el portón y corregir su posición (moviéndolo) hasta conseguir un perfecto alineado con las piezas adyacentes.
- Comprobar que la altura es la correcta. En caso contrario, volver a regular las bisagras o los tacos (según el caso).
- En caso necesario, desmontar el conjunto de cierre para facilitar el ajuste.
- Levantar cuidadosamente el portón y apretar convenientemente los tornillos de las bisagras.
- A continuación, comprobar el cierre del portón, verificando que el mecanismo está perfectamente centrado.
- Por último, es necesario verificar el estado de la junta de goma, para asegurar una perfecta estanqueidad.

6.4. Tapa de maletero

Se denomina así al elemento de cierre del volumen trasero, en los vehículos de tres volúmenes. Su estructura es muy similar al capó, aunque de menor tamaño, ya que el maletero se encuentra parcialmente cerrado por la bandeja que une los montantes traseros. También, su tamaño es inferior al portón trasero, al no incorporar cristal alguno.

Al igual que el capó, dispone de una serie de refuerzos, para conseguir una resistencia estructural adecuada. El número y la disposición de estos refuerzos determinan la mayor o menor dificultad para la reparación.

© Ediciones Paraninfo

Figura 6.97. Tapa de maletero.

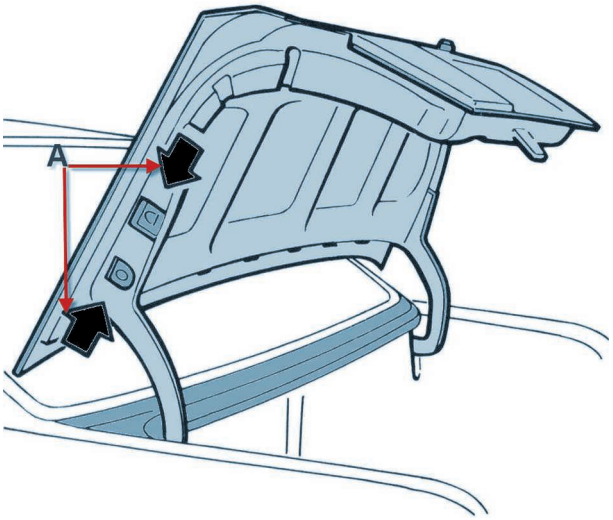


Figura 6.98. Fijación de la tapa de maletero.

Su fijación a la carrocería se realiza, por un lado, mediante dos bisagras atornilladas al portón (Figura 6.98 A), y por el otro, mediante el dispositivo de cierre (cerradura y resbalón).

6.4.1. Constitución

El conjunto de la tapa del maletero suele estar compuesto por los elementos que se relacionan en la Figura 6.99.

Además de los elementos antes citados, la tapa del maletero suele incorporar otros como: motor del cierre centralizado (eléctrico o por vacío), alerones aerodinámicos, embellecedores, tacos de nivelación, anagramas, etcétera.

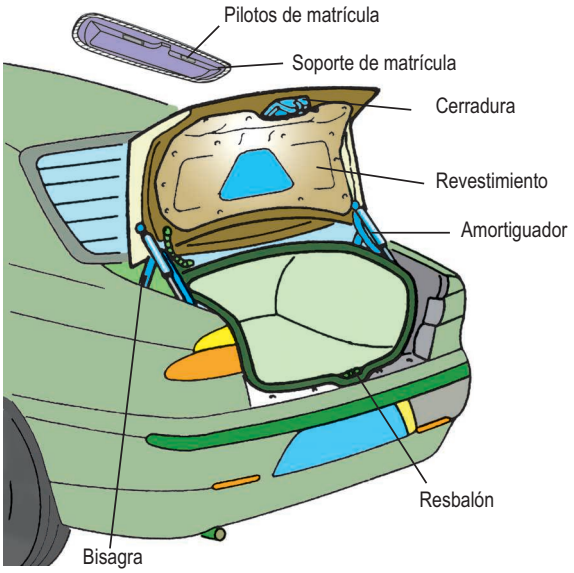


Figura 6.99. Elementos de la tapa de maletero.

Según los casos, en lugar de amortiguadores de elevación pueden montarse muelles de tracción.

6.4.2. Desmontaje

Para desmontar la tapa del maletero será necesario realizar las siguientes operaciones:

- Desconectar la instalación eléctrica de los pilotos de matrícula y del cierre centralizado (en su caso).
- Soltar la fijación de los amortiguadores (suelen ser dos).
- Desmontar las bisagras de fijación.

Instalación eléctrica

Constituye el conjunto de cables que habitualmente dan servicio al cierre eléctrico centralizado, y a los pilotos de matrícula, aunque existen determinados modelos que incorporan en la tapa parte del conjunto de los pilotos traseros (freno, posición, marcha atrás, antiniebla, etc.)

Para el desmontaje del portón, y en caso de no disponer de un conector común al conjunto de cables, será necesario extraer la instalación eléctrica desconectando todas y cada una de las clemas de los elementos eléctricos, desmontando estos a continuación.

Amortiguadores

Para su desmontaje se seguirá el mismo proceso operativo que en el caso del portón trasero.

© Ediciones Paraninfo

Bisagras

La tapa del maletero dispone de dos bisagras, como sistema de unión a la carrocería, que permiten una máxima apertura de la misma, a la vez que ocupan un reducido espacio cuando la tapa está cerrada. El sistema de sujeción suele realizarse mediante tornillos; para tal fin, las bisagras presentan unos orificios sobredimensionados para facilitar el alineamiento y ajuste de la tapa.

Para desmontar la tapa, en primer lugar, es aconsejable marcar su contorno para facilitar el proceso de reposición. A continuación, será necesario extraer los tornillos de fijación de las bisagras, habiendo retirado previamente la instalación eléctrica y su funda elástica de protección.

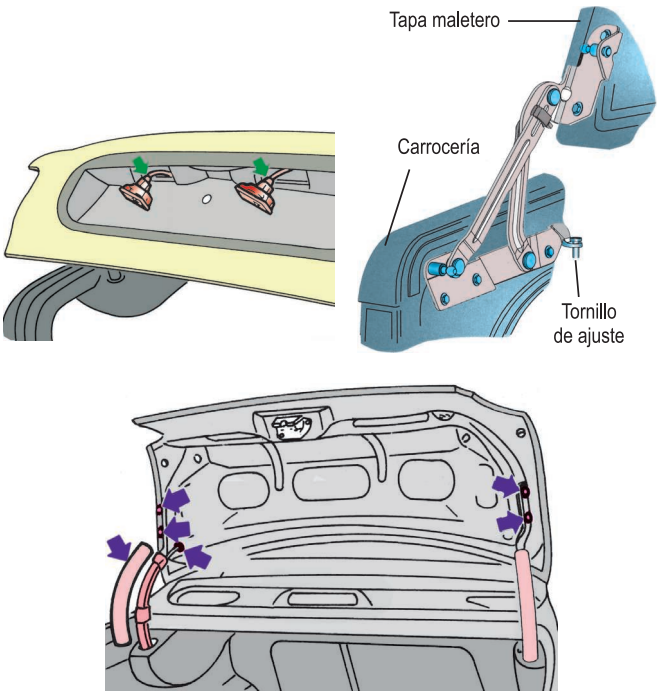


Figura 6.100. **Desmontaje y ajuste de la tapa de maletero.**

6.4.3. Despiece

Para realizar el despiece de la tapa será necesario extraer los siguientes elementos y conjuntos.

Conjunto de cierre

Está formado por una serie de dispositivos cuya función es la de asegurar el cierre de la tapa. La apertura y el cierre del mecanismo puede realizarse directamente accionando la cerradura mediante la llave, o a través del sistema de cierre centralizado (abriendo o cerrando las puertas delanteras con la llave o con el mando a distancia por infrarrojos).

El conjunto está formado por los siguientes elementos:

- Cerradura.
- Bombín.
- Resbalón de la cerradura.
- Motor de cierre centralizado (en su caso).

El desmontaje de la cerradura se realizará aflojando las tuercas o tornillos de fijación.

Para extraer el bombín de cierre habrá que desmontar el elemento de fijación al conjunto de la cerradura.

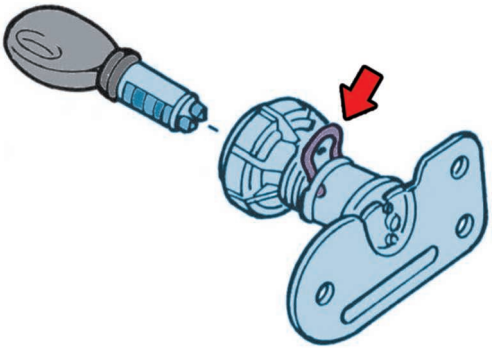


Figura 6.101. **Extracción del bombín del conjunto de la cerradura.**

En caso de incorporar un dispositivo de cierre centralizado, el desmontaje se realizará extrayendo los tornillos de fijación del mismo.

Revestimiento

Al igual que en el portón, es el elemento de cierre interior del mismo. Cumple la misma función estética, aislante e insonorizante. Su desmontaje se realizará extrayendo adecuadamente las grapas de fijación.

Grupos ópticos traseros

En el caso de que la tapa del maletero incorpore los grupos ópticos traseros, la extracción de estos se realizará desmontando los tornillos de fijación a la misma.

6.4.4. Montaje y ajuste de la tapa

Para realizar el ensamblaje y montaje de la tapa, en la mayoría de los casos bastará con invertir el orden de las operaciones realizadas durante el desmontaje. En cualquier caso, es aconsejable tener en cuenta una serie de consideraciones:

- Engrasar adecuadamente los mecanismos móviles, tales como: cerradura, bisagras, etcétera.
- Verificar el libre movimiento, sin atascos ni agarrotamientos, del accionamiento del mecanismo de cierre.

© Ediciones Paraninfo

- Comprobar el ajuste de las rótulas de los amortiguadores.
- Reponer los revestimientos interiores originales.
- Reponer las grapas deterioradas del guarnecido.
- Verificar el correcto estado de las clemas de conexión, y comprobar el correcto funcionamiento de todos los sistemas eléctricos.

Una vez montada la tapa del maletero, es necesario realizar un alineamiento de la misma para conseguir que quede bien «enrasada» con las superficies adyacentes, manteniendo una separación uniforme, a la vez que asiente perfectamente sobre la goma de estanqueidad del cerco, para evitar todo tipo de filtraciones y ruidos (como en el caso de los elementos anteriores).

La posición del conjunto cerradura-resbalón ha de ajustarse para conseguir cierres seguros y suaves, evitando a la vez interferencias en el alineamiento de la tapa.

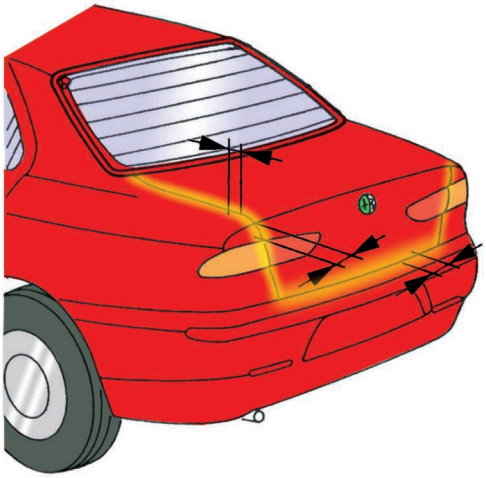


Figura 6.102. Alineamiento de la tapa de maletero con las aletas traseras.

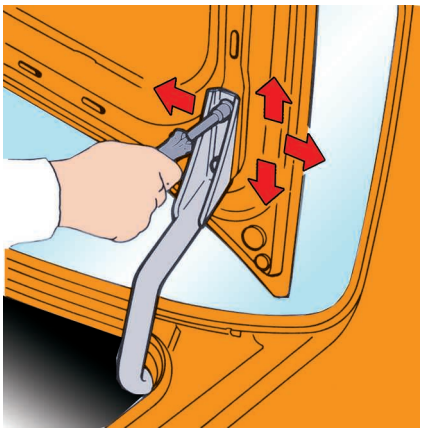


Figura 6.103. Ajuste de las bisagras para corregir el alineamiento.

El ajuste de alineamiento de la tapa se realiza, como en casos anteriores, mediante los agujeros sobredimensionados de fijación de las bisagras, que permiten desplazamientos verticales y laterales.

En algunos tipos de bisagras, el enrasado de la tapa del maletero se consigue mediante un tornillo de ajuste, que permite realizar pequeños desplazamientos sin tener que aflojar los tornillos de fijación de las bisagras.

La corrección de la altura se consigue mediante unos tacos de goma que sirven de apoyo a la tapa, y que se fijan, roscados, sobre la misma. Estos tacos, además, evitan las posibles vibraciones laterales de la tapa.

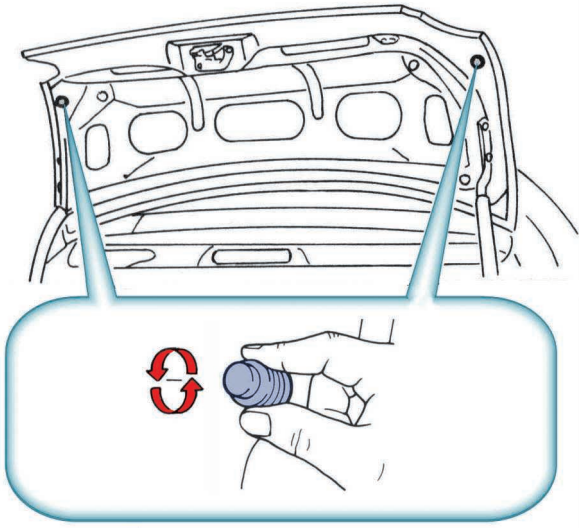


Figura 6.104. Ajuste del enrasado de la tapa de maletero.

El ajuste del conjunto de cierre se consigue desplazando la cerradura y/o el resbalón, en el sentido de las flechas, una vez aflojados los correspondientes tornillos de fijación.

El proceso de ajuste se realiza en los siguientes pasos:

- Aflojar ligeramente los tornillos de las bisagras (lo suficiente para poder desplazar la tapa.
- Cerrar la tapa y corregir su posición (moviéndola) hasta conseguir un perfecto alineado con las piezas adyacentes.
- Comprobar que la altura es la correcta. En caso contrario, volver a regular las bisagras o los tacos (según el caso).
- Levantar cuidadosamente la tapa y apretar convenientemente los tornillos de las bisagras.
- A continuación, comprobar el mecanismo de cierre, verificando su centrado.
- Por último, es necesario verificar el estado de la goma de estanqueidad, para asegurar un cierre hermético.

© Ediciones Paraninfo

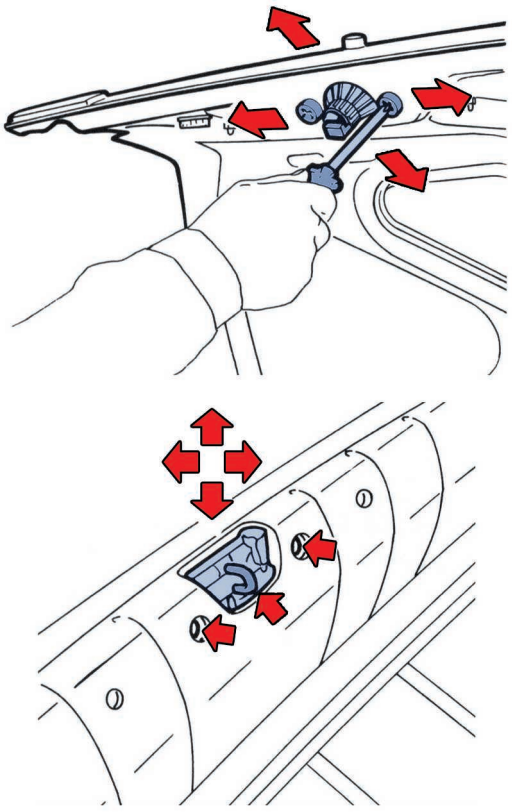


Figura 6.105. **Ajuste del conjunto de cierre de la tapa de maletero.**

6.5. Aletas delanteras

Es el elemento de cierre exterior del pase de ruedas, que forma lo que podría denominarse como un «carenado» del mismo, y contribuye, en gran medida, a definir la línea estética característica del vehículo. Interviene, de forma poco importante, en la absorción de energía en caso de impacto; aunque influye de forma apreciable en el coeficiente aerodinámico del vehículo. En su denominación usual se debe especificar el lado de montaje (izquierdo o derecho). Normalmente, se ensamblan (atornilladas) al frente delantero, al pase de ruedas y al montante delantero.

Las aletas solo se suelen reparar en el caso de presentar deformaciones de pequeña magnitud. En los demás casos, resulta más rentable la sustitución que la reparación (aunque esta sea técnicamente posible).

6.5.1. Desmontaje

Habitualmente, las aletas se fijan mediante tornillos de fácil acceso; aunque en algunas ocasiones, y sobre todo en los ensamblajes inferiores, los tornillos se encuentran ocultos tras los productos selladores aplicados. En estos casos, resulta conveniente reblandecer el sellador (con un generador de aire caliente) para localizar y desmontar los tornillos.

El desmontaje de las aletas delanteras requiere un análisis de la configuración del ensamblaje con las piezas adyacentes, para determinar el número de elementos involucrados y el orden adecuado de desmontaje. Como ejemplo, un proceso típico de desmontaje, implicaría:

- Desmontar el paragolpes.
- Desmontar los grupos ópticos: intermitentes y faros (en su caso).
- Desmontar los revestimientos interiores del pase de ruedas.
- Desconectar los posibles componentes eléctricos fijados sobre la aleta (pilotos intermitentes).
- Extraer los tornillos de fijación de la aleta.
- En determinadas ocasiones, algunas partes de las aletas pueden ir pegadas o soldadas al montante delantero, procediéndose a su desmontaje de la forma más adecuada según sea el sistema de fijación:

Figura 6.106. **Aleta delantera.**

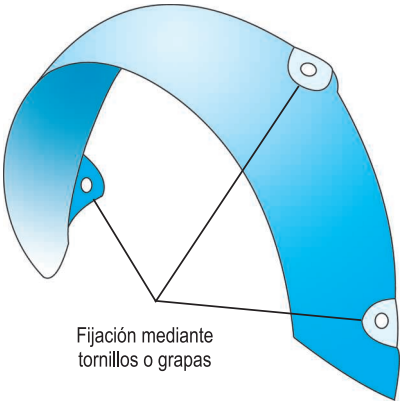
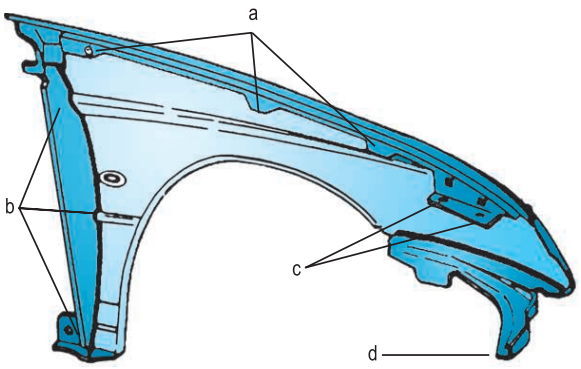


Figura 6.107. **Revestimiento interior del pase de ruedas.**

© Ediciones Paraninfo



a Tornillos de fijación al pase de ruedas.
b Tornillos de fijación al pilar delantero.
c Tornillos de fijación al frente delantero o a la chapa portafaro.
d Tornillo de fijación a la traviesa inferior delantera o al enbellecedor del faro.

Figura 6.108. Tornillos de fijación de la aleta.

  - Aplicando calor (con un generador de aire caliente), y utilizando una herramienta de corte (cuchilla), en el caso de uniones pegadas.
  - Utilizando una miniamoladora o lijadora radial (con discos abrasivos) en el caso de uniones soldadas por procedimientos MIG/MAG.
  - Utilizando una herramienta despunteadora, en el caso de soldadura por puntos de resistencia.
- Desmontar la aleta.

6.5.2. Montaje

El proceso de montaje de la aleta consiste en invertir el orden de las operaciones realizadas durante el desmontaje, teniendo en cuenta una serie de consideraciones:

- Limpiar la superficie de contacto con una espátula y alcohol.
- Aplicar un producto sellador que forme un cordón de estanqueidad, en todas las zonas de contacto entre la aleta y el resto de la carrocería. El producto sellador puede ser un cartucho extrusionable de poliuretano o cintas selladoras plásticas.
- Aplicar cera protectora en la parte interior de la aleta.
- Si la aleta es nueva, hay que aplicar una capa insonorizante en la parte interior.

En caso de montar aletas de aluminio hay que extremar las precauciones en lo que a corrosión por contacto se refiere. Debido a la gran diversidad de métodos de unión que tiene este tipo de aleta a la carrocería, es preciso aplicar varios procedimientos de aislamiento para evitar que se llegue a producir un contacto directo entre el acero y el aluminio.

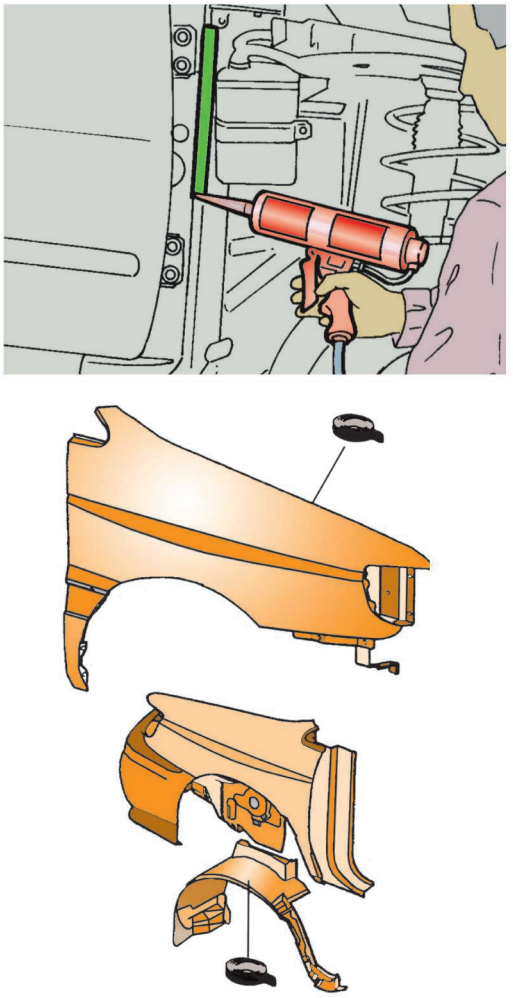


Figura 6.109. Sellado con cordón y con cintas plásticas.

El aislamiento se consigue mediante el uso de láminas plásticas, distanciadores y rebordes en la zona de unión del pilar delantero.

Todos los tornillos y las arandelas para la fijación de la aleta disponen de un recubrimiento del tipo «Dacromet» (Figura 6.110).

6.5.3. Ajuste

Al igual que el resto de las partes móviles de la carrocería, las aletas delanteras deben alinearse correctamente con las piezas contiguas: capó motor y puerta correspondiente, manteniendo la altura y la separación uniforme en toda su longitud. Si la aleta se encuentra demasiado metida y desalineada con respecto a la puerta, el escalón generado causará ruidos producidos por el roce del aire durante la marcha (Figura 6.111).

Para facilitar el ajuste, los agujeros de fijación de las aletas se encuentran sobredimensionados para permitir

© Ediciones Paraninfo

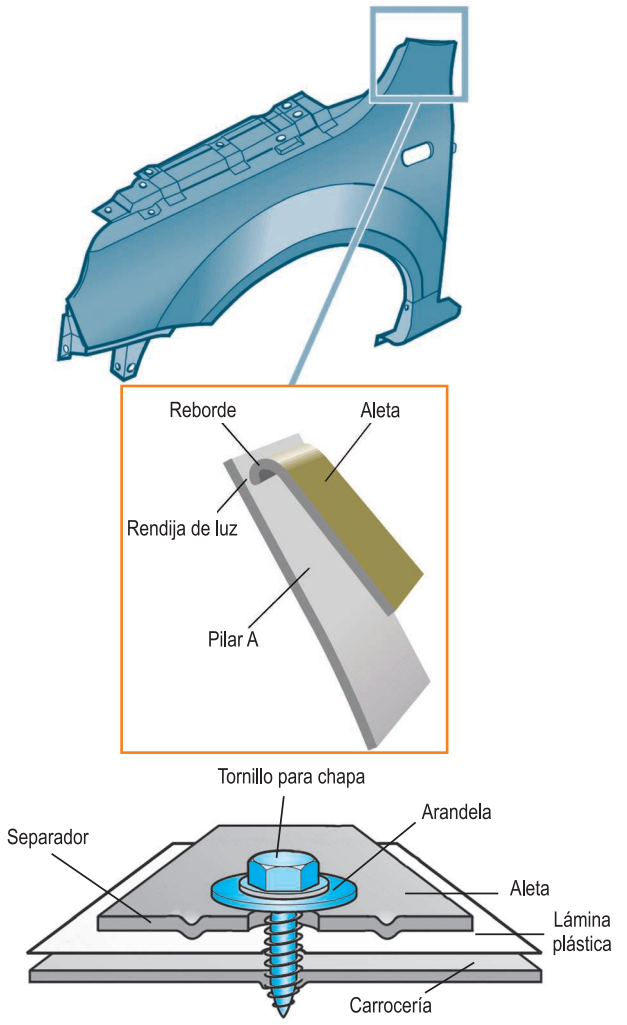


Figura 6.110. **Medios anticorrosivos para el aislamiento y la fijación.**

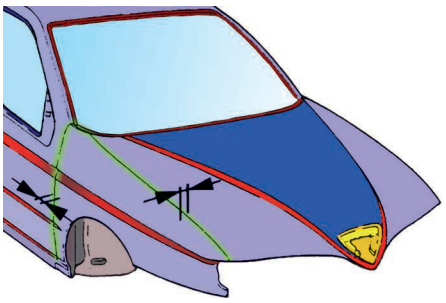


Figura 6.111. **Alineación de la aleta con el capó y el pilar delantero.**

pequeños desplazamientos que consigan el correcto alineamiento de las piezas (Figura 6.112).

El ajuste puede realizarse de la siguiente forma:

- Una vez presentada la aleta, fijarla mediante todos los tornillos (sin apretarlos totalmente).

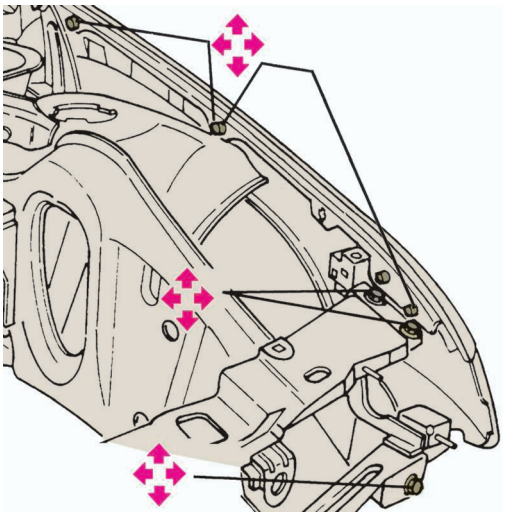


Figura 6.112. **Desplazamiento de ajuste de la aleta.**

- Centrar la aleta con respecto a la puerta, y apretar ligeramente los tornillos correspondientes a ese lado.
- A continuación, realizar el centrado con respecto al capó, apretando parcialmente los tornillos respectivos. A veces, para conseguir un alineamiento óptimo, hay que realizar el ajuste de forma simultánea en la aleta y en el capó.
- Comprobar que la separación y altura de la aleta con las piezas adyacentes se mantenga uniforme en todo su perímetro, repitiendo el proceso de centrado en caso necesario. En determinadas ocasiones, pueden utilizarse separadores apropiados para conseguir una «luz» uniforme.
- Apretar completamente los tornillos de fijación.

6.6. Frente delantero

Es el elemento frontal transversal que forma el tabique de cerramiento delantero del vano motor. Su configuración

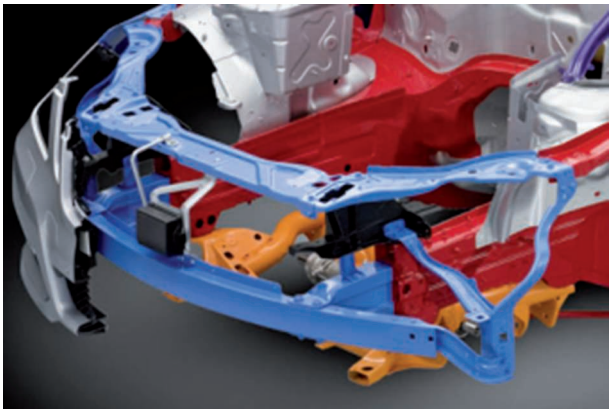


Figura 6.113. **Frente delantero.**

© Ediciones Paraninfo

varía según los modelos y fabricantes de vehículos. Este componente puede suministrarse en varios formatos:

- Frente delantero completo. Forma una única pieza de cerramiento delantero que incluye las chapas portafaros. Se une, mediante tornillos o soldadura, a los largueros delanteros, a la parte anterior de las aletas delanteras, y a la traviesa inferior.
- Frente superior (modular). Básicamente consiste en una traviesa delantera superior, a la que se atornillan de manera independiente las chapas portafaros (en algunos casos, suelen soldarse a los largueros o al travesaño inferior).

Figura 6.114. Diferentes tipos de frentes delanteros.

El frente delantero o panel frontal no es una pieza con un compromiso importante a nivel de rigidez estructural. Debido a su ubicación, en la parte delantera, tras el paragolpes, es una de las primeras piezas que se deforman en caso de colisión, por lo que su ensamblaje habitual se realiza mediante tornillos para facilitar la operación de su desmontaje. En determinadas ocasiones, su ensamblaje se realiza mediante puntos de soldadura.

Su estructura presenta una serie de huecos para permitir el paso de aire hacia el vano motor. La estructura así formada necesita, en la mayoría de los casos, una reparación laboriosa y poco rentable; optándose, generalmente, por su sustitución.

6.6.1. Desmontaje

En función del tipo y modelo de vehículo, el frente delantero puede servir de soporte de una serie de elementos pertenecientes a diferentes conjuntos y dispositivos del automóvil, tales como:

- Pilotos delanteros (intermitente y posición).
- Faros (ópticas) delanteros.
- Radiador de refrigeración.
- Ventilador/es eléctrico/s.
- Cerradura del capó, y cable (tipo Bowden) de accionamiento.
- Cablerías eléctricas.
- Rejilla frontal.
- Canalizaciones de aire.
- Tacos de goma de apoyo y nivelación del capó.
- Bocina/s.
- Placas de información del fabricante.

Debido a la variedad de configuraciones existentes, el proceso de desmontaje se realizará atendiendo al número y disposición de los elementos fijados al panel frontal. Como ejemplo, un desmontaje típico implicaría:

- Desmontar el paragolpes delantero.
- Separar la rejilla frontal.
- Desacoplar el cable de mando del dispositivo de cierre.
- Extraer los tornillos de fijación del radiador.

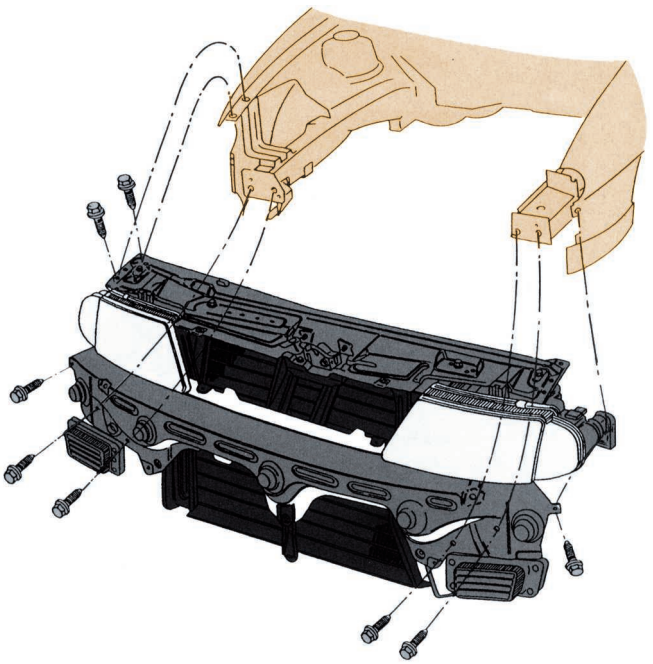


Figura 6.115. Desmontaje del frente delantero.

© Ediciones Paraninfo

- Desconectar la instalación eléctrica de los faros, separando los intermitentes (en su caso).
- Desenroscar los tornillos de fijación frontal, y los de las aletas.
- Extraer el frente.

El desmontaje de los faros se realizará extrayendo el correspondiente sistema de fijación: tuercas o tornillos, rótulas, ballestillas, etc. El despiece se completará desmontando el resto de los elementos ensamblados.

En algunas ocasiones, para aumentar el espacio disponible en el vano motor y facilitar así las intervenciones de reparación, el panel frontal puede adoptar lo que se denomina «posición de taller». Esta operación consiste en desplazar el panel hacia el exterior a través de unas guías (útiles especiales); para ello, es necesario desmontar el paragolpes delantero y los tornillos de sujeción del panel.

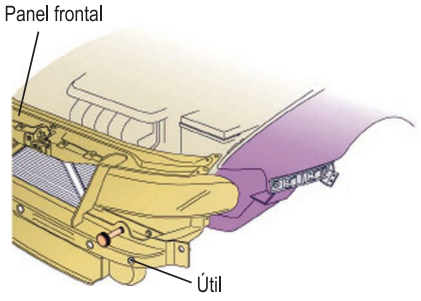


Figura 6.116. **Frente delantero desplazable.**

6.7. Paragolpes

El paragolpes, por definición, es el elemento o pieza en forma de traviesa que normalmente recibe en primer lugar el contacto (golpe) en línea (delantero o trasero). Deben cumplir el reglamento ECE 42, que exige que en un golpe contra una pared indeformable, a 4 km/h, no sufra daño alguno la estructura o carrocería a la que protegen. En algunos casos, y a fin de cumplir la normativa de homologación, los fabricantes dotan a los paragolpes con unos amortiguadores similares a los utilizados en el sistema de suspensión. En ocasiones, también presentan una estructura de varias piezas que hace posible el cambio de componentes por separado en golpes menores.

Figura 6.117. **Paragolpes delantero.**

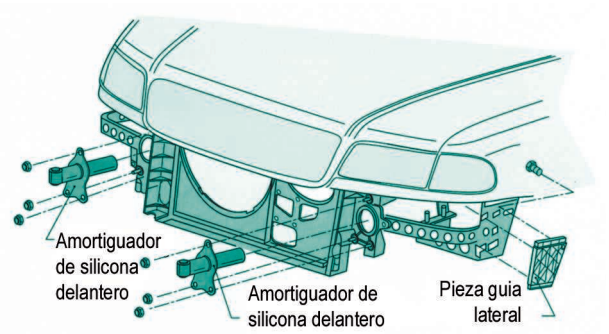


Figura 6.118. **Amortiguadores de impacto montados como soporte del paragolpes.**

La finalidad del paragolpes consiste en:

- A baja velocidad: evitar que el impacto se transmita a la estructura de la carrocería, evitando deformaciones importantes.
- A alta velocidad: absorber una cantidad apreciable de energía antes de que esta se transmita al interior de la estructura resistente, disminuyendo la energía generada en el impacto.

En el caso de los paragolpes delanteros, su fijación se realiza a los largueros delanteros o a la traviesa inferior delantera; en el caso de los paragolpes traseros, a los largueros traseros o a la traviesa inferior trasera.

Los paragolpes suelen fabricarse de material plástico (termoestable o termoplástico, habitualmente reforzados con fibra de vidrio). Para conseguir un aumento aceptable del nivel de absorción de energía, estos paragolpes utilizan varios procedimientos:

- Fabricación con una configuración muy estudiada que incorpora una serie de refuerzos del mismo material.
- Inserción debajo del revestimiento plástico de una estructura de acero o aluminio.
- Colocación de unas planchas o plataformas gruesas de espuma de poliuretano de alta densidad.

El uso del plástico reporta varias ventajas sobre el acero:

- En caso de golpe, evita que la deceleración sea muy brusca, lo que transmitiría toda la energía generada.
- Contribuyen a conseguir una línea estética y aerodinámica, característica del vehículo.

© Ediciones Paraninfo

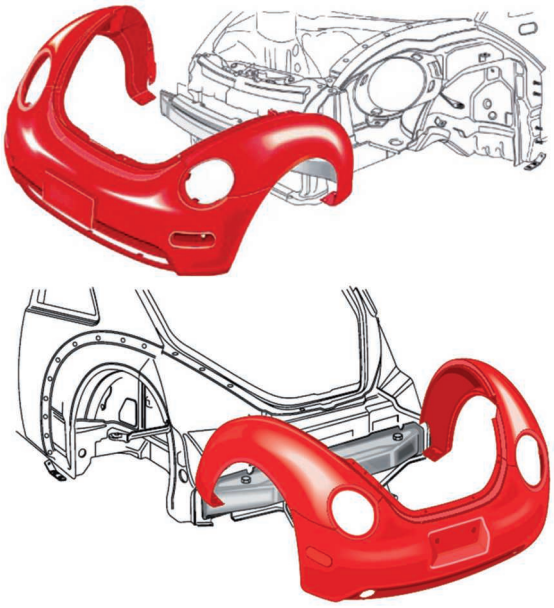


Figura 6.119. **El paragolpes contribuye a definir el perfil estético de la carrocería.**

- Pueden pintarse con el mismo color y textura que la carrocería, complementando el atractivo estético de la pintura.

Aparte de recibir los impactos, los paragolpes pueden realizar otras funciones. Para ello su configuración dispone de:

- Alojamientos para elementos como los faros antinieblas, pilotos intermitentes, molduras de embellecimiento, placas de matrícula, etc.
- Enrejillado para permitir el paso de aire hacia el vehículo (bajos o vano motor).
- Deflectores para conducir convenientemente el flujo de aire de la marcha, consiguiendo el efecto aerodinámico deseado.

Figura 6.120. **Paragolpes delantero.**

6.7.1. Paragolpes delantero. Constitución

La denominación paragolpes agrupa a un conjunto de elementos formado por: revestimiento (paragolpes propiamente dicho), *spoiler* o deflector, travesaño de deformación y guías de ajuste a la carrocería.

Para su fijación, los paragolpes se atornillan a los largueros delanteros, ajustándose lateralmente a la carrocería, a través de dos guías atornilladas a los laterales.

El travesaño de deformación está atornillado a los largueros de la carrocería. La función de este travesaño es absorber la energía que se genera en un impacto inferior a 15 km/h, evitando que se deformen los largueros. Además, distribuye la energía entre ambos largueros en el caso de una colisión frontal, para que sea la totalidad de la carrocería la que disipe la energía generada en una colisión, y no tan solo un larguero.

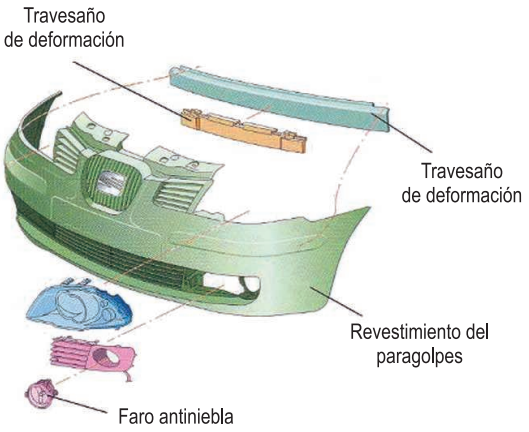


Figura 6.121. **Constitución del paragolpes delantero.**

6.7.2. Paragolpes trasero. Constitución

Presenta una configuración similar al paragolpes delantero. La diferencia respecto al delantero estriba en que dispone de tres guías de ajuste, dos en los laterales y una central, para conseguir que no exista separación (franquicia) con la carrocería.

Figura 6.122. **Paragolpes trasero.**

© Ediciones Paraninfo

En algunas ocasiones en él se encuentran alojados los sensores de aparcamiento.

El conjunto está formado por:

- Revestimiento.
- Travesaño de deformación.
- Guía central.
- Guía lateral.

Figura 6.123. Constitución de un conjunto de paragolpes trasero.

6.7.3. Desmontaje del paragolpes

El proceso operativo para el desmontaje del paragolpes se determinará en función del tipo y de la estructura del mismo; siendo necesario analizar el sistema de ensamblaje y las peculiaridades típicas de cada caso. Como resumen, un proceso de desmontaje usual suele constar de la siguiente secuencia:

Paragolpes delantero

El proceso consiste en:

- Aflojar los tornillos de fijación al revestimiento del panel o traviesa delantera.

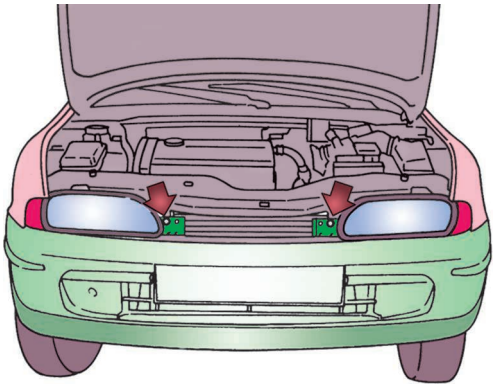


Figura 6.124. Desmontar los tornillos de fijación a la traviesa delantera.

- Extraer el revestimiento interior del pase de ruedas.

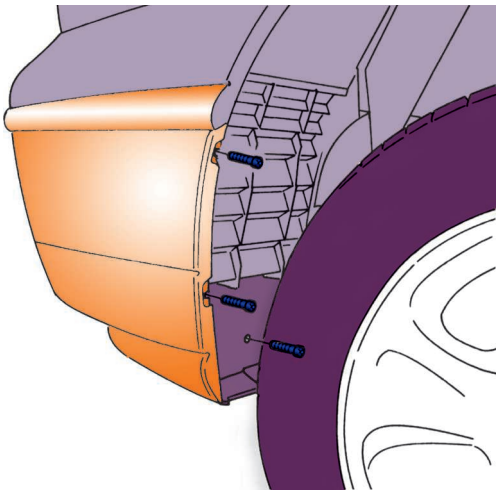


Figura 6.125. Extracción del revestimiento interior del pase de ruedas.

- Aflojar los tornillos de fijación al pase de ruedas.

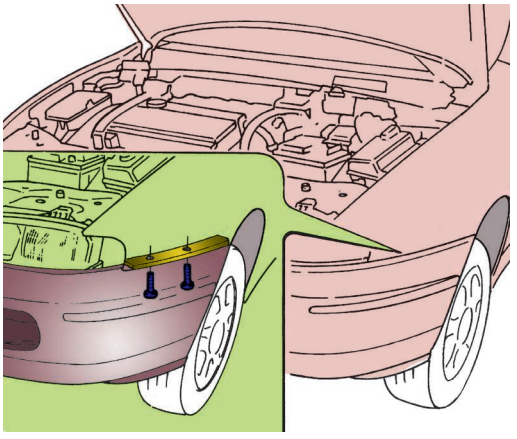


Figura 6.126. Aflojar los tornillos de fijación al pase de ruedas.

- Desconectar las clemas de conexión de los elementos eléctricos.
- Desmontar, según el caso, los elementos anteriores (faros antiniebla, ópticas principales e intermitentes).
- Aflojar los tornillos de fijación a los largueros delanteros, y/o de las guías de fijación laterales, y/o a la traviesa delantera inferior.
- Extraer el paragolpes.

© Ediciones Paraninfo

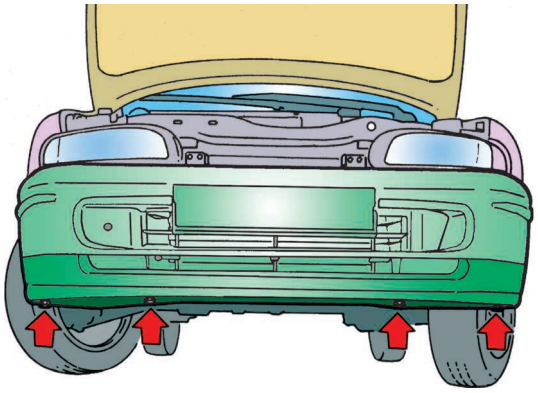


Figura 6.127. **Desmontaje de los tornillos de sujeción a la traviesa inferior.**

Paragolpes trasero

El proceso de desmontaje es similar al caso anterior, con algunas consideraciones:

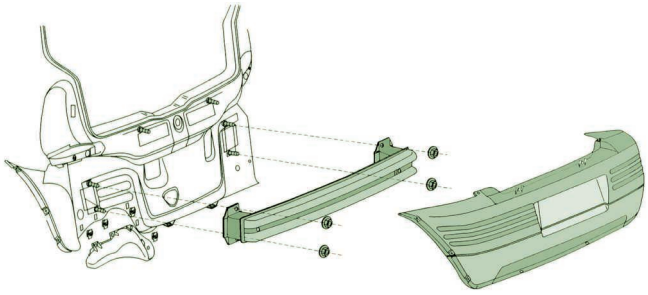


Figura 6.128. **Desmontaje del paragolpes trasero.**

- Extraer los pilotos de iluminación de matrícula (si los equipa).
- En algunos casos, para poder acceder a determinados tornillos de fijación (Figura 6.129), puede ser necesario desmontar el guarnecido interior del faldón trasero y/o los revestimientos insonorizantes.

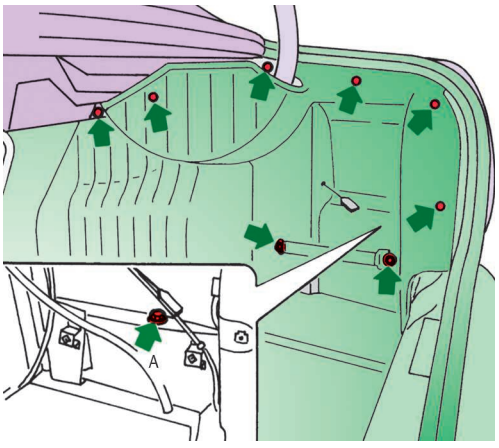


Figura 6.129. **Desmontaje del guarnecido del maletero para poder acceder a los tornillos del paragolpes.**

- Algunos paragolpes traseros incorporan unos sensores de ultrasonidos que miden la distancia entre el vehículo y el obstáculo más próximo, ayudando al conductor (mediante una señal óptica y acústica) a estimar correctamente el valor de la distancia de aparcamiento. Por tanto, para la extracción de este tipo de paragolpes será necesario desconectar previamente dichos sensores.

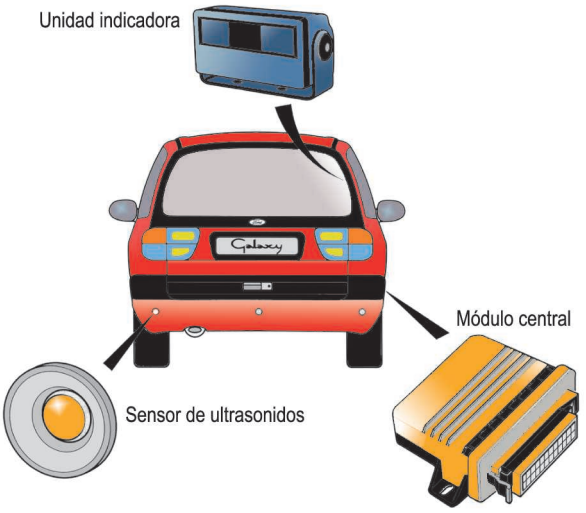


Figura 6.130. **Elementos del sistema de aparcamiento.**

6.7.4. Montaje y ajuste

El montaje del paragolpes se realizará invirtiendo el orden de las operaciones realizadas en el proceso de desmontaje, comprobando el correcto funcionamiento de los elementos eléctricos involucrados en estas operaciones. Una vez atornillado el paragolpes, se debe proceder a su ajuste para alinearlo correctamente con las aletas y con los paneles delantero o trasero respectivamente. En el caso de equipar guías de sujeción, no deben apreciarse «luces» entre el paragolpes y la carrocería. En los demás casos, la separación debe ser uniforme. La regulación ha de realizarse sobre los tornillos de fijación; para ello, los agujeros de los soportes de montaje están convenientemente sobredimensionados (el ajuste también puede realizarse utilizando suplementos).

6.8. Techo practicable

En algunas carrocerías, y como accesorio opcional, el techo, en vez de ser completamente cerrado, presenta una abertura debidamente centrada.

© Ediciones Paraninfo

Figura 6.131. **Techo practicable.**

El cierre de este hueco puede realizarse mediante varios dispositivos:

- Con una tapa o pantalla rígida fabricada con chapa o cristal (techo abrible).
- Con una lona replegable de material plástico (techo replegable).

En ambos casos, el mecanismo consta de unas guías sobre las que se desliza el elemento de cierre de la abertura.

En función del elemento de cierre, la abertura estará centrada sobre los asientos delanteros (en el caso del techo abrible), o sobre las dos filas de asientos (en el caso del techo replegable).

Las funciones de estos tipos de techos se pueden resumir en:

- Permitir el paso de luz solar al interior del habitáculo.
- Mejorar la ventilación del habitáculo.

En otras ocasiones, el techo es completamente escamoteable (capota), generando un habitáculo totalmente descubierto.

Figura 6.132. **Elementos que constituyen un techo practicable.**

6.8.1. Techo abrible

Se denomina también «techo solar». Según el sistema de apertura, los techos abribles se pueden clasificar en:

- **Desmontables.** Son los de funcionamiento y constitución más sencilla. Consisten en una pantalla o tapa de cierre, provista en su parte anterior de unas bisagras que permiten su apertura en forma de «trampilla». El desplazamiento puede ser completo (limitado por un tope), o regulable. En el caso de la Figura 6.133, el techo se abre a compás, a través de la manilla 1; si se gira la manilla 180º, de la posición de cierre A a la posición de apertura B, el techo 3 se levanta y se bloquea mediante el movimiento del mecanismo 2. El conjunto se completa con dos cortinillas «parasol» desplazables 4.

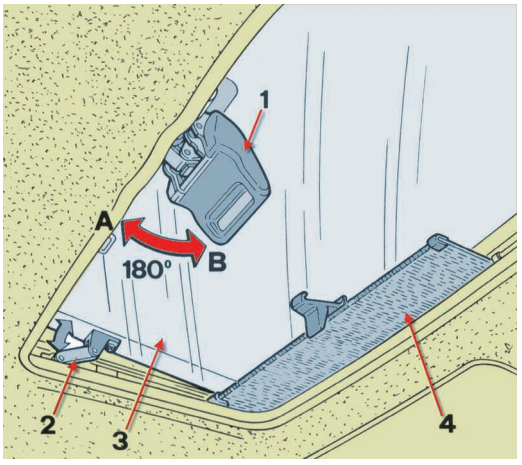


Figura 6.133. **Techo practicable tipo compás.**

- **Desplazables.** En este caso, el techo practicable, cuando se realiza su apertura, se introduce bajo el techo de la carrocería (escamoteable). En algunos casos, este tipo de techos también puede elevarse como en el caso anterior. Son el tipo de techos más generalizados como equipamiento de origen.

  Según el tipo de accionamiento, el techo desplazable puede ser:

  – **Mecánico.** Está compuesto por una manivela ubicada en un lugar de fácil accesibilidad (junto a la luz interior), que actúa sobre el conjunto del piñón de accionamiento.

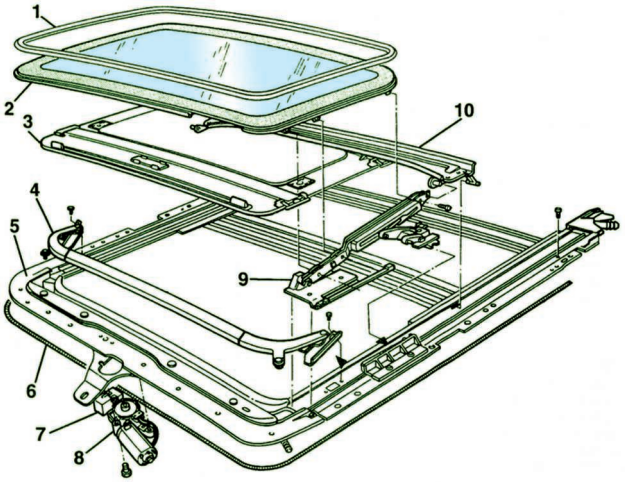
  – **Eléctrico.** Es el tipo de accionamiento más extendido. Está formado por un sistema de guías, un marco embellecedor, un parasol, una cubierta, un deflector, un motor eléctrico y un conmutador de accionamiento.

© Ediciones Paraninfo

Figura 6.134. Techo desplazable.

Constitución del techo desplazable eléctrico

La constitución de este tipo de techos varía bastante en función del tipo y configuración del mismo.



1. Junta.
2. Pantalla transparente.
3. Parasol.
4. Deflector.
5. Bastidor.
6. Cable flexible de arrastre.
7. Centralita.
8. Motor eléctrico.
9. Carro pantógrafo.
10. Canal de drenaje.

Figura 6.135. Constitución de un techo desplazable.

El techo desplazable representado en la Figura 6.135, es de accionamiento eléctrico con trampilla de cierre de cristal. Dispone de un parasol corredizo que se acciona manualmente. El interruptor de mando se suele encontrar al lado de la lámpara de techo, y mediante una centralita de control específica, acciona el motor eléctrico. El motor, a su vez, acciona los dos cables flexibles de arrastre (cremalleras flexibles), a los cuales se fijan los carros de pantógrafo o correderas, que desplazan la tapa o pantalla transparente.

Los cristales están coloreados u oscurecidos (atérmicos), para limitar el paso de los rayos infrarrojos y la radiación solar.

Los desagües de las guías del techo desplazable están conectados a unos tubos que pasan por los pilares, para drenar el agua alojada.

El techo desplazable puede adoptar varias posiciones: desde la cerrada hasta la abierta, y en posición horizontal o parcialmente levantado en la parte posterior.

Para poder realizar estas funciones, el sistema está compuesto por los siguientes conjuntos y elementos:

- **Conjunto de accionamiento.** Está constituido por una serie de elementos (guías, cable de mando y corredera) encargados de abrir, cerrar y levantar el techo. Estos componentes transmiten el movimiento al techo desplazable, al parasol y al deflector.
  - *Cables de mando*. Son los encargados de transformar el movimiento rotativo que reciben desde el piñón de accionamiento, en un movimiento lineal que lo transmite al patín guía. Tienen una construcción en forma de espiral, con los espacios intermedios de los arrollamientos llenos de pequeños cepillos de nailon (para favorecer el movimiento suave y silencioso).

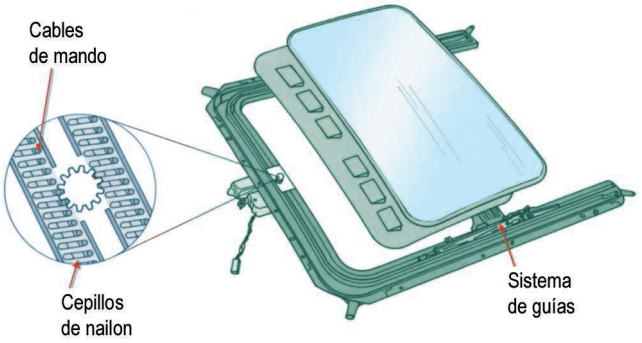


Figura 6.136. Cables de mando de un techo desplazable.

  - *Patín guía*. Está unido por la parte inferior a los cables de mando. Al recibir el movimiento de accionamiento, se desplaza por el carril guía, y por las ranuras longitudinales de la corredera (a través de un pasador). La corredera está unida con el techo desplazable, de tal manera que las ranuras o los canales de la misma adoptan una determinada configuración, para que al desplazarse el patín guía por el interior de los canales se produzca el movimiento correspondiente en el techo.

© Ediciones Paraninfo

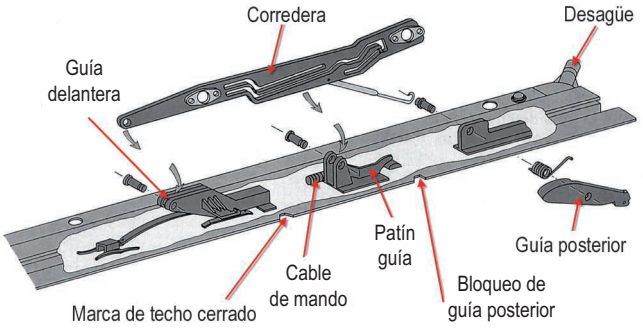


Figura 6.137. **Patín guía de un techo desplazable.**

– *Guía delantera y trasera*. En la figura anterior, la guía delantera se desplaza por el interior del carril guía y está unida a la parte delantera de la corredera y al marco embellecedor con el que empuja hacia atrás al parasol interior cuando se abre el techo. En la parte delantera, la guía está unida a un mecanismo de presión que libera el deflector al abrir el techo. La guía trasera, con palanca de enclavamiento, está unida a la corredera, de tal manera que, la fuerza de un resorte obliga a la guía a quedar en posición de retención cuando el techo está cerrado, evitando su apertura desde el exterior del vehículo.

- **Deflector.** La misión del deflector es evitar ruidos, producidos por el viento y los torbellinos de aire, en el interior del habitáculo. Se levanta, automáticamente, cuando el techo se abre de forma horizontal. El deflector está unido al soporte del techo mediante unas bisagras con muelles. La misión de los mismos es levantar el deflector, una vez que la guía delantera se desplaza al abrir el techo (liberando el movimiento del deflector que gira sobre sus bisagras).

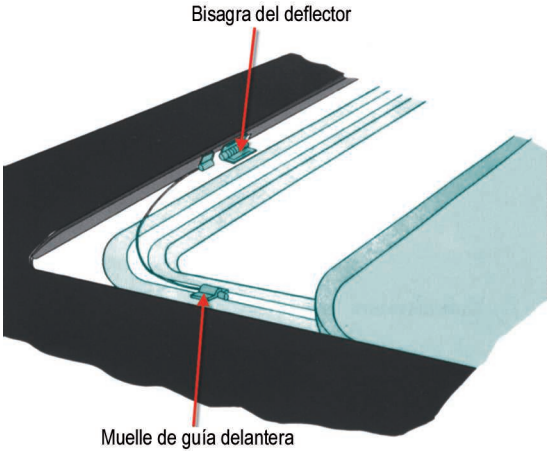


Figura 6.138. **Deflector de un techo desplazable.**

- **Revestimiento parasol.** Consiste en una pieza corrediza de accionamiento manual, que estando cerrada (con techo abierto) únicamente deja pasar aire al interior del habitáculo, a través de unas aberturas practicadas a tal fin. Una vez retirada, permite además el paso de la luz.

Funcionamiento

Techo abierto (apertura)

Al accionar el conmutador o manivela (según el caso) a la posición de apertura, el giro producido por el motor eléctrico o por el eje de arrastre se transforma en un movimiento lineal en los cables de mando, que arrastran al patín guía; el cual empuja a la guía trasera (liberándola de su enclavamiento) y hace bajar a la corredera conjuntamente con la pantalla, arrastrando al conjunto horizontalmente hacia la parte trasera (bajo el techo de la carrocería). Al mismo tiempo, al desplazarse la guía delantera, se liberan las bisagras del deflector (levantándose).

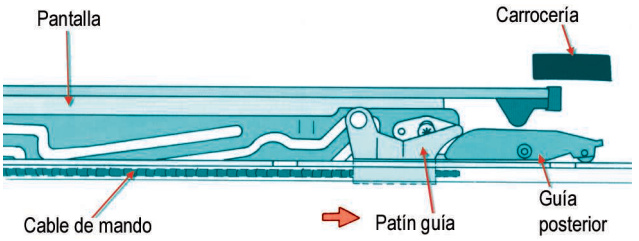


Figura 6.139. **Funcionamiento en posición de techo abierto.**

Techo elevado

Al elegir esta opción, los cables de mando desplazan el patín hacia delante. La configuración de los canales de la corredera hace elevar a la misma, levantando la cubierta del cristal (el parasol no retrocede de forma automática en este movimiento).

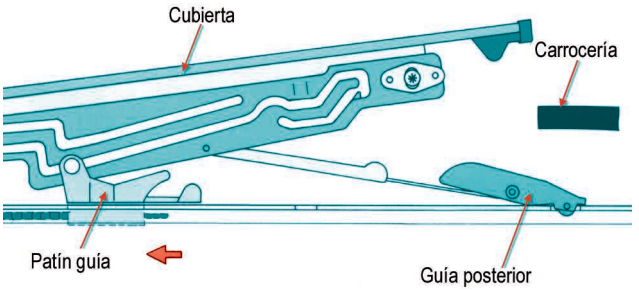


Figura 6.140. **Funcionamiento en posición de techo elevado.**

Techo cerrado (cierre)

Al cerrar el techo, los cables de mando actúan sobre el patín guía, desplazando todo el conjunto (hacia delante

© Ediciones Paraninfo

y hacia arriba). El cierre completo se consigue cuando una parte de la guía posterior coincide con la correspondiente muesca de enclavamiento (Figura 6.141 A) practicada en el perfil de la guía. En este movimiento, el muelle de la guía delantera hace presión sobre el deflector y lo esconde bajo la pantalla.

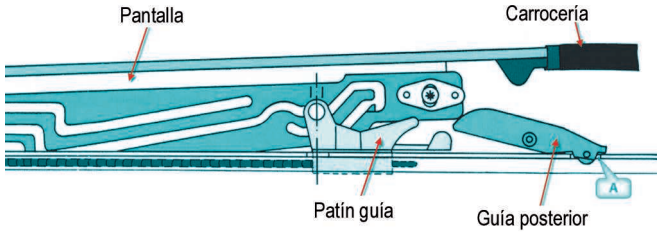


Figura 6.141. Funcionamiento en posición de techo cerrado.

Desmontaje

El proceso de desmontaje a seguir varía sustancialmente en función del tipo y elementos del techo practicable. Como ejemplo, el desmontaje de un conjunto de techo desplazable implicaría:

- Desmontar el soporte de los conmutadores de accionamiento, o la manivela de apertura manual (según el caso).
- Extraer el revestimiento del techo (según se describe en el apartado de «revestimientos interiores»).
- Elevar el techo practicable y desplazar hacia atrás el parasol o revestimiento de la tapa del techo.
- Aflojar los tornillos de fijación de la pantalla o tapa del techo a la corredera.
- Extraer la pantalla.
- Aflojar los tornillos que fijan las guías de desplazamiento al armazón del techo.
- Extraer el conjunto.

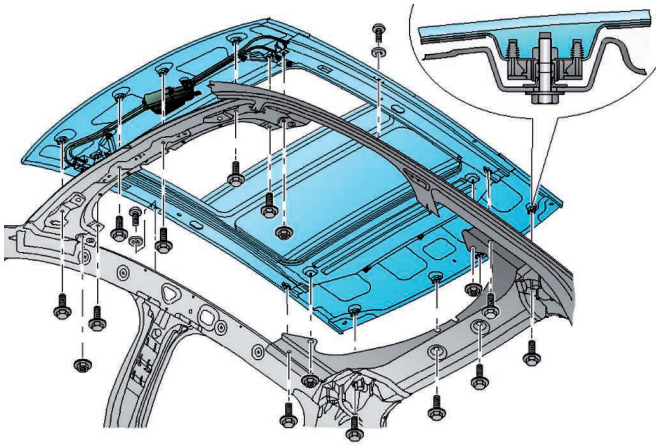


Figura 6.142. Desmontaje de los tornillos de fijación del armazón del techo.

En caso de que se encuentren obstruidos los desagües del techo desplazable, será necesario extraer las gomas de contorno, y pasar un alambre ligeramente rígido por todo el perímetro de las mismas y por los taladros de desagüe.

Montaje y ajustes en el techo

En líneas generales, el proceso de montaje se realizará invirtiendo las operaciones realizadas en el desmontaje, prestando especial atención al montaje de los elementos de ajuste y estanqueidad.

Siempre que se realice cualquier intervención sobre el conjunto del techo practicable, será necesario realizar correctamente los siguientes ajustes (Figura 6.143):

- **Regulación de la altura.** Este ajuste tiene como objeto comprobar la altura de la pantalla o cubierta, con respecto al techo del vehículo. La regulación se efectúa en las arandelas de reglaje (a) que lleva incorporadas la corredera; para ello habrá que aflojar previamente los tornillos de fijación de la pantalla (b).
- **Ajuste de paralelismo.** Con este ajuste se asegura que el desplazamiento de la pantalla sea totalmente paralelo y uniforme. La comprobación se realiza con el techo cerrado, observando que coincidan en un mismo eje la muesca de carril guía (1), el pasador del patín (2), y las dos marcas que tiene practicadas la corredera (3).

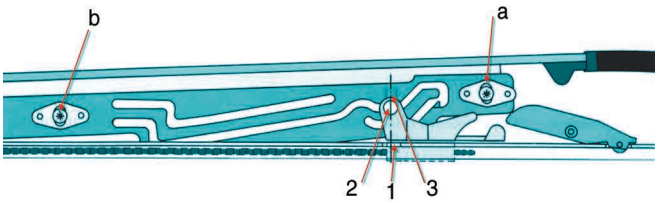


Figura 6.143. Ajustes del mecanismo de desplazamiento.

Cuando hay filtraciones de agua, se pueden producir anomalías en los patines deslizantes que ocasionan ruidos indeseados. La solución consistirá en engrasar o sustituir (según el daño apreciado) los citados patines. En otras ocasiones, los ruidos y/o las vibraciones pueden ser causados por las gomas de estanqueidad. En este caso, será necesario sustituir las mismas. Conviene comprobar de vez en cuando los conductos de evacuación de agua, limpiando la suciedad acumulada que pudiera obstruirlos.

6.8.2. Techo replegable

Este tipo de techo permite descubrir una superficie mayor de techo. La apertura es ajustable en cualquier posición, replegando convenientemente la lona de cierre.

© Ediciones Paraninfo

Figura 6.144. **Techo replegable.**

Constitución

El conjunto está formado por:

- **Mecanismo de accionamiento.** Su constitución y funcionamiento es muy similar al mecanismo de techo desplazable. Está formado por guías y cables de mando.

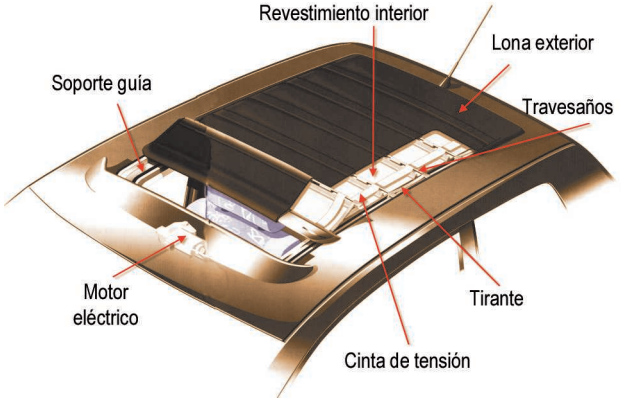


Figura 6.145. **Constitución de un techo replegable.**

- **Lona superior.** Constituye el elemento de cierre. Suele fabricarse de un material plástico impermeable (PVC «Pulatex»). Incorpora una serie de elementos como:
  - Travesaños. Se encargan de dar tensión a la lona.
  - Tirantes. Permiten conseguir un correcto pliegue de la lona al cerrar el techo.
  - Cintas de tensión. Se encargan de tensar el conjunto de la lona.
  - Patines. Mantienen unidos los travesaños a las guías.
  - Soporte delantero. Aloja las ranuras para los patines de mando.

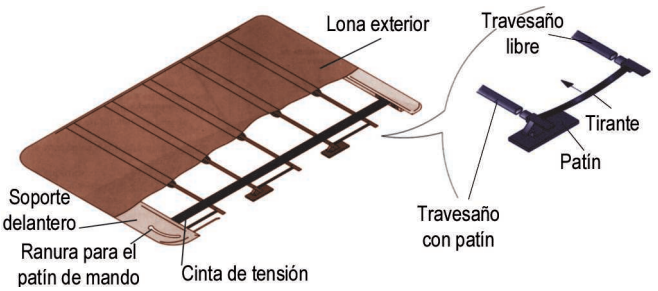


Figura 6.146. **Constitución de la lona superior.**

- **Revestimiento exterior.** Evita que la lona y los demás componentes sean visibles desde el habitáculo de pasajeros.
- **Motor eléctrico.** Es el encargado de mover el techo replegable, actuando sobre los cables de mando a través de un sistema de engranajes y piñón de ataque.

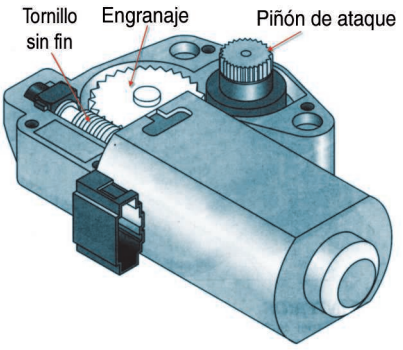


Figura 6.147. **Motor eléctrico del techo replegable.**

- **Conmutador.** Tiene dos posiciones (apertura y cierre), que controlan el funcionamiento del motor eléctrico.

Funcionamiento

Techo abierto (apertura)

Al accionar la posición de apertura del conmutador, el motor eléctrico transmite el movimiento a los patines de mando, los cuales empujan a su vez a los patines de travesaño mediante los tirantes correspondientes. Como los travesaños con patín se encuentran unidos a la lona, el desplazamiento de los tirantes ocasiona el plegamiento de la misma. Los patines de los travesaños aseguran que el techo se desplace de forma paralela durante todo su recorrido.

© Ediciones Paraninfo

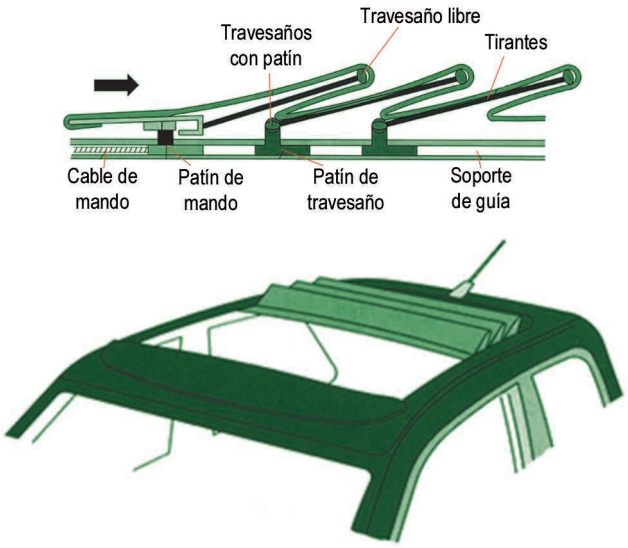


Figura 6.148. **Apertura del techo replegable.**

Techo cerrado (cierre)

Al accionar la posición de cierre del conmutador, el motor eléctrico tira de los patines de mando. Estos a su vez tiran de la lona, y consecuentemente, de los patines de travesaños; ya que la lona se encuentra unida a los travesaños con patín. Los tirantes mantienen la tensión de la lona entre los travesaños con patín y los travesaños libres.

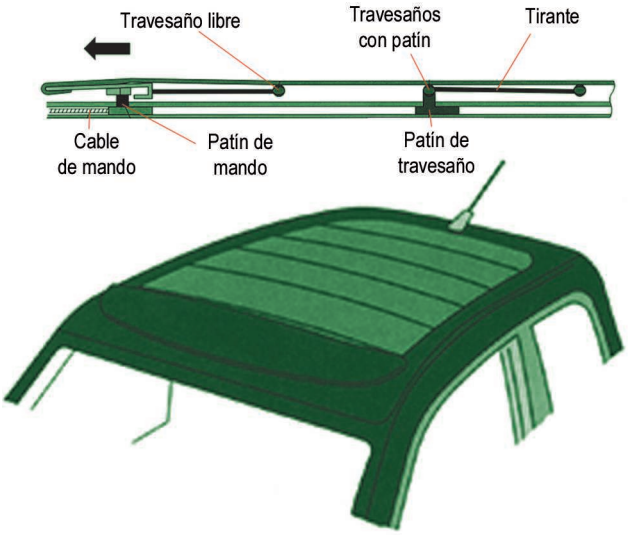


Figura 6.149. **Cierre del techo replegable.**

Ajustes

En caso de que con el techo cerrado, la lona se levante ligeramente, o que no se pueda cerrar completamente el techo, será necesario realizar unos ajustes de posicionamiento de la lona. Estos ajustes son:

Tensado de la lona

Este ajuste consiste en acceder a las tuercas de fijación del perno roscado posterior, actuando sobre ellas de manera uniforme; apretando para tensar y aflojando para destensar.

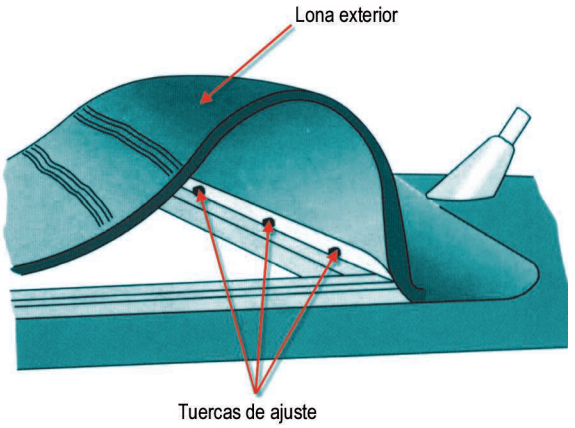


Figura 6.150. **Tensado de la lona.**

Tensado de la cinta

Este ajuste se realiza en caso de que el ajuste anterior no sea suficiente para tensar correctamente la lona. El proceso consistirá, en primer lugar, en desmontar la parte posterior del revestimiento interior, y a continuación aflojar la cinta mediante la pletina de sujeción (Figura 6.151). Después, y una vez cerrado el techo, habrá que tensar la cinta para eliminar las holguras; teniendo en cuenta que un tensado excesivo dificulta o impide el proceso de cierre del techo.

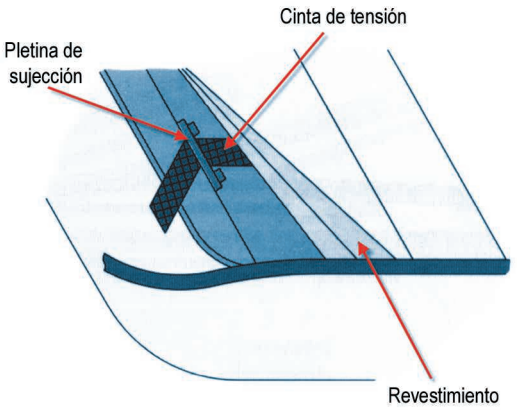


Figura 6.151. **Tensado de la cinta.**

© Ediciones Paraninfo

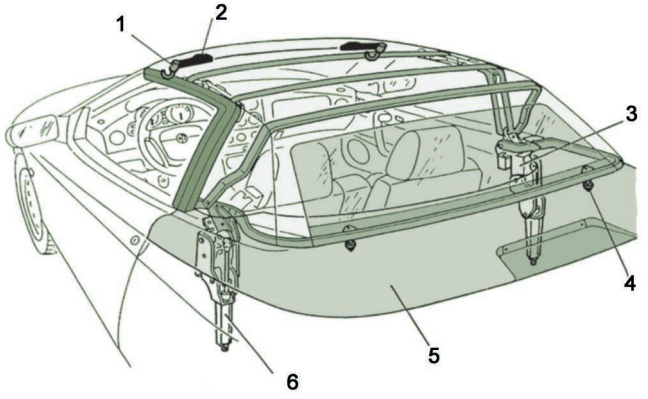
6.8.3. Techo escamoteable (capota)

Este tipo de techo se oculta completamente, dejando una estructura totalmente descubierta como corresponde a los vehículos descapotables. La capota, al abrirse, suele ocultarse en un alojamiento cerrado por una tapa específica; de tal manera, que mantiene la forma de la carrocería, acentuando la estética del vehículo. Para aumentar la sensación de confort, algunos techos incorporan un sistema para reducir ruidos mediante un relleno insonorizante.

Figura 6.152. **Techo escamoteable acústico.**

Constitución

La estructura puede adoptar diferentes configuraciones en función del fabricante del vehículo. Suele disponer de una serie de arcos de sustentación, fabricados en acero y aluminio.



1. Gancho delantero.
2. Manilla delantera.
3. Abrazadera de fijación.
4. Gancho trasero.
5. Tapa de la capota.
6. Muelle de gas.

Figura 6.153. **Constitución de un techo tipo capota.**

El primer arco se diseña para mantener una perfecta alineación con el montante del parabrisas, evitando la discontinuidad en la zona de acoplamiento, que supondría un empeoramiento de la aerodinámica del vehículo.

La lona exterior (fabricada habitualmente con tejido), desempeña una función aislante e insonorizante.

La luneta trasera es de material plástico, y se fija al arco posterior y a la lona, mediante una serie de tornillos, cremalleras o velcro.

El accionamiento de apertura de la capota puede ser:

- **Manual.** En este caso la apertura se realiza manualmente, desenganchando los correspondientes ganchos, pernos y abrazaderas de fijación. El sistema puede equipar unos muelles de gas para reducir el esfuerzo de accionamiento.
- **Eléctrico.** En este sistema, el repliegue de la capota y el desbloqueo de los elementos de fijación se realiza mediante una serie de accionadores y motores eléctricos, activados por unos interruptores situados cerca del conductor.

En ambos casos, y por motivos de seguridad, la capota solo puede abrirse y plegarse con el vehículo parado. Para ello se adoptan diferentes soluciones, como la de diseñar el sistema para que solo funcione con la llave de contacto quitada.

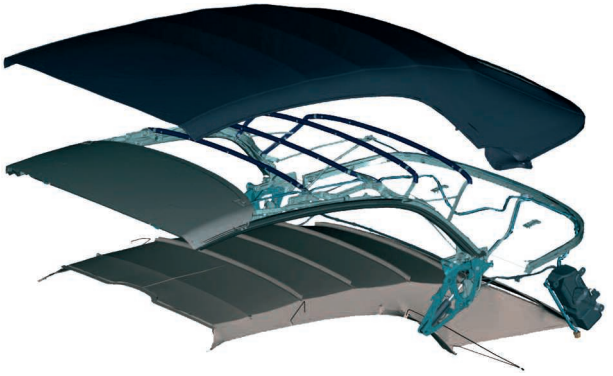


Figura 6.154. **Constitución de una capota: techo interior, lona de la capota con insonorización y luneta trasera y armazón de la capota con el mecanismo electrohidráulico de la capota.**

Funcionamiento

Apertura de la capota

En el ejemplo de la Figura 6.155, la apertura de la capota se realiza en las siguientes fases:

Primera fase:

1. Bajar los cristales.
2. Desenganchar la parte delantera de la capota, mediante las palancas situadas dentro del habitáculo.
3. Soltar el revestimiento interior del montante.
4. Desenganchar por detrás la capota y levantarla.

© Ediciones Paraninfo

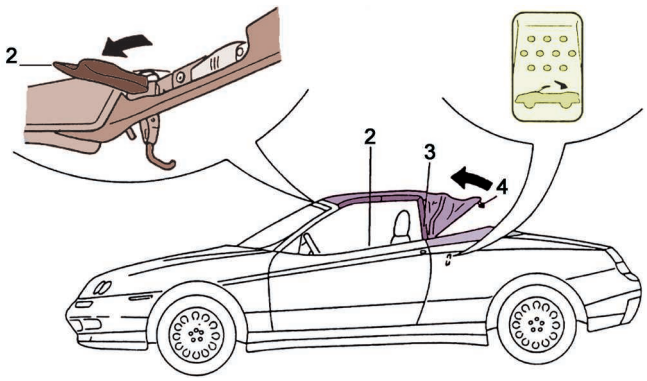


Figura 6.155. Apertura del techo. Primera fase.

Segunda fase:

1. Desenganchar la tapa de la capota y abrirla.
2. Abrir la capota y plegarla dentro de su alojamiento.

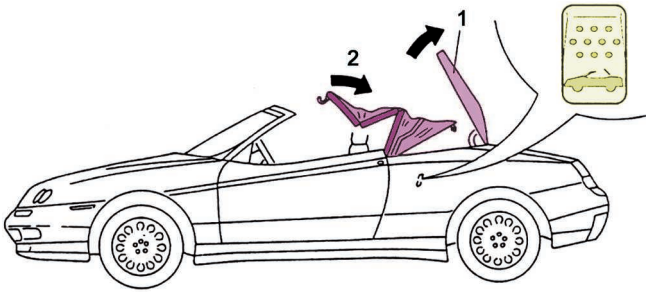


Figura 6.156. Apertura del techo. Segunda fase.

Tercera fase:

1. Cerrar la tapa de la capota.

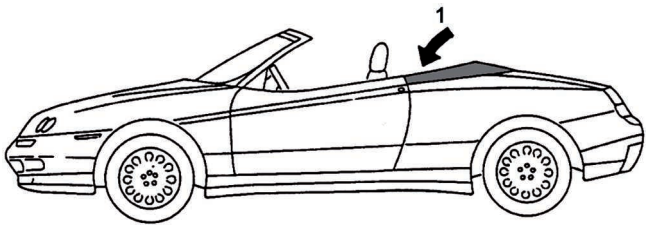


Figura 6.157. Apertura del techo. Tercera fase.

Cierre de la capota

El cierre de la capota se efectúa invirtiendo el orden de las operaciones realizadas durante la apertura (Figura 6.158).

Ajuste

Para conseguir un óptimo nivel de protección contra los agentes atmosféricos y los flujos aerodinámicos, es necesario que la capota, los cristales y las juntas se hayan regulado convenientemente.

El ajuste tiene por objeto conseguir la adhesión perfecta entre el perfil de la capota y los cristales laterales, para garantizar la apertura y el cierre correcto de la capota y el perfecto bloqueo de la tapa del alojamiento de la misma.

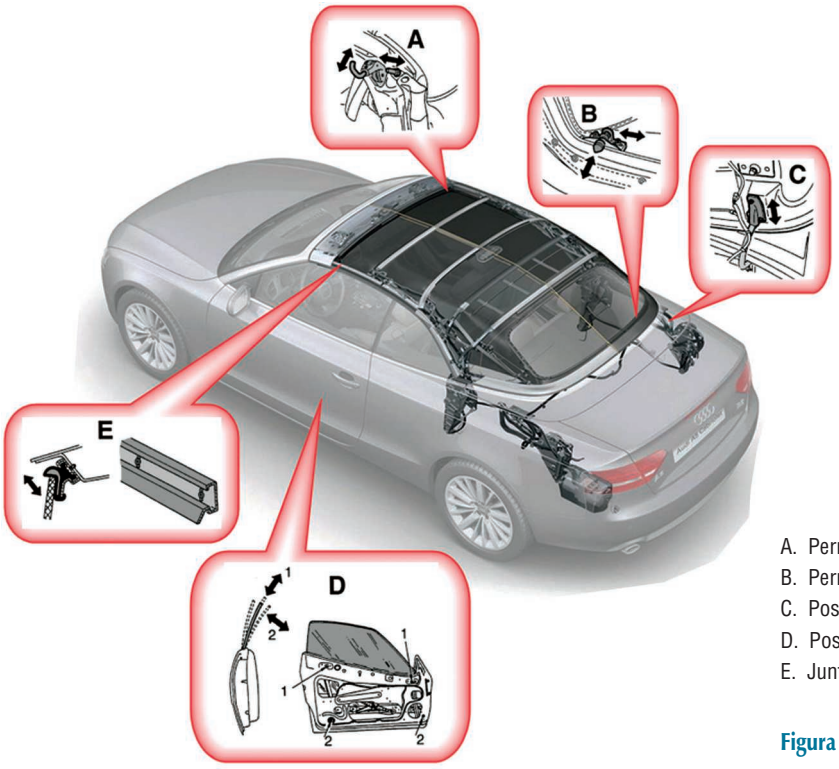
Figura 6.158. Cierre de la capota.

En el dispositivo de la Figura 6.159, pueden apreciarse los elementos más habituales de reglaje de la capota.

6.8.4. Montaje de un techo solar

Para establecer el proceso de montaje de un techo solar, habrá que prestar especial atención a las características del modelo elegido, verificando que el techo solar resulte apropiado a la estructura del vehículo en cuestión (dimensiones, disposición de los refuerzos, etc.). Como ejemplo, a continuación se describe de manera genérica el proceso operativo para el montaje de un techo solar (manual y no deslizante).

© Ediciones Paraninfo



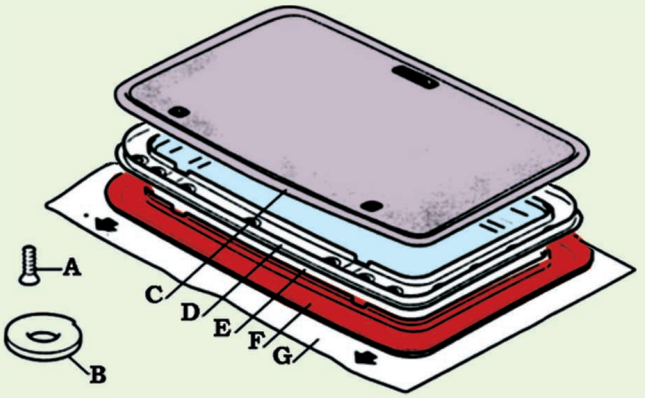
A. Pernos de centrado y ganchos delanteros de la capota.
B. Pernos traseros de la capota.
C. Posición de la tapa de la capota.
D. Posición de los cristales.
E. Juntas laterales de la capota.

Figura 6.159. Ajuste y reglaje de la capota.

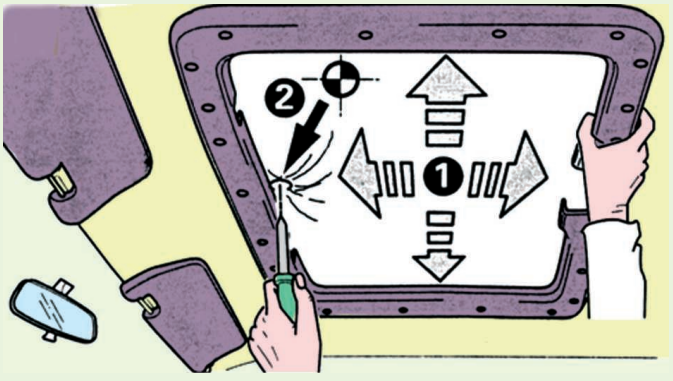
PROCESO DE MONTAJE DE UN TECHO SOLAR

1 El conjunto del techo solar básico suele estar compuesto por las siguientes piezas:

A Tornillos de fijación.
B Junta de estanqueidad (espuma, cordón preformado o masilla).
C Techo solar.
D Marco exterior.
E Marco interior.
F Marco de acabado.
G Plantillas.

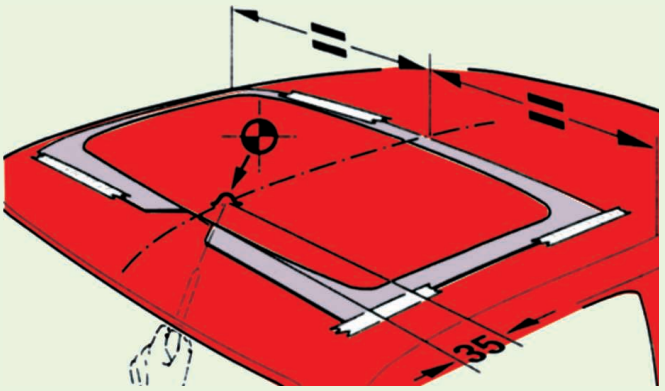


2 Determinar en el interior del vehículo la ubicación del techo, de manera que no interfiera sobre ningún elemento: parasoles, luz interior, consola superior, etc. A continuación, marcar un resalte en la chapa con un punzón, para poder centrar la plantilla exterior.

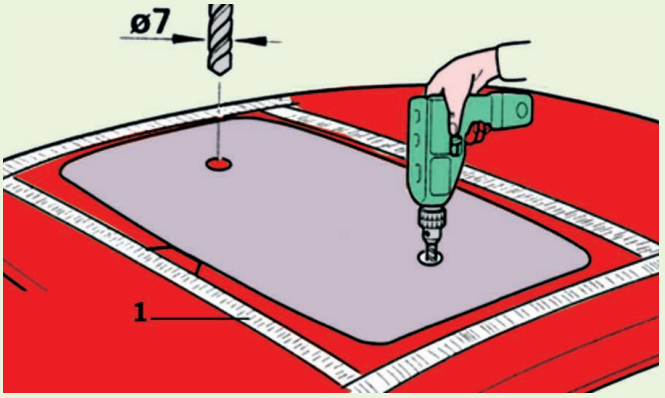


© Ediciones Paraninfo

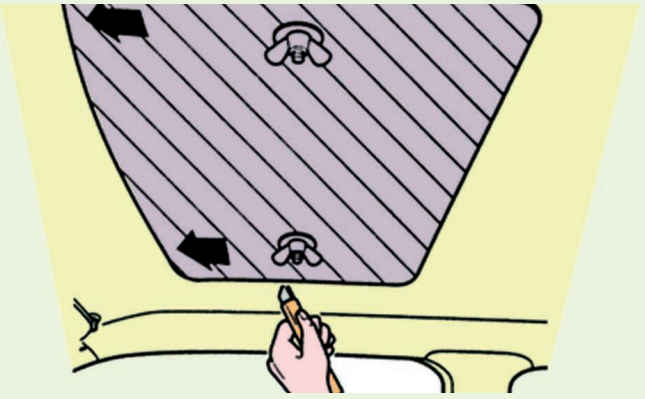
3 Colocar la plantilla flexible, perfectamente centrada sobre el exterior del techo del vehículo (tomando como referencia la marca anteriormente realizada).



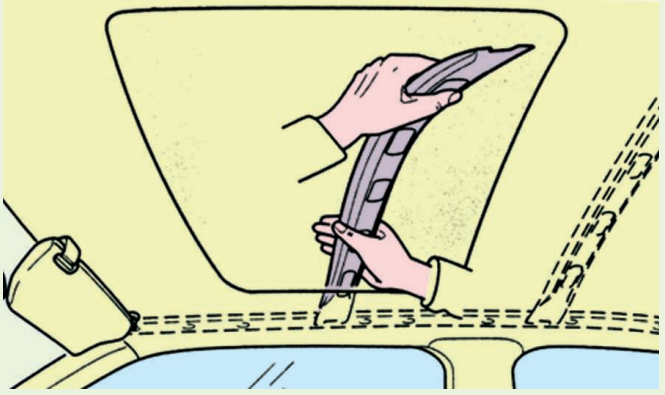
4 Una vez inmovilizada la plantilla mediante cinta adhesiva (1), taladrar dos orificios para insertar los tornillos pasantes que han de sujetar a la plantilla dura del contorno interior del revestimiento de techo.



5 Colocar la plantilla interior y marcar con un rotulador el contorno de la misma sobre el revestimiento de techo. A continuación, recortar el revestimiento utilizando un cúter o cualquier otra herramienta similar. Seguidamente, desmontar la plantilla extrayendo los tornillos de fijación.



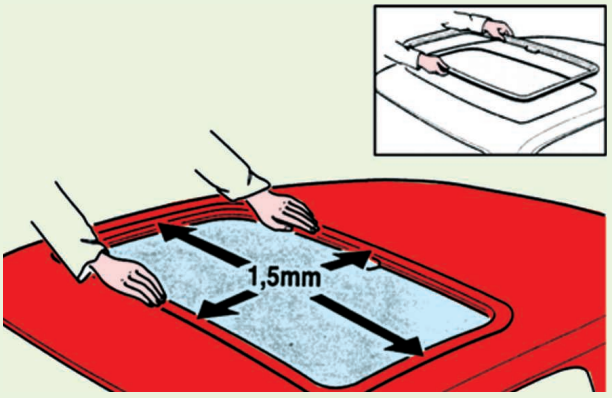
6 Si aparece una traviesa de techo en el área de montaje, proceder a su desmontaje (en caso de ensamblaje atornillado). En caso de fijarse mediante soldadura, habrá que cortarla en un ángulo de 45°, durante la operación de recorte de la chapa del techo.



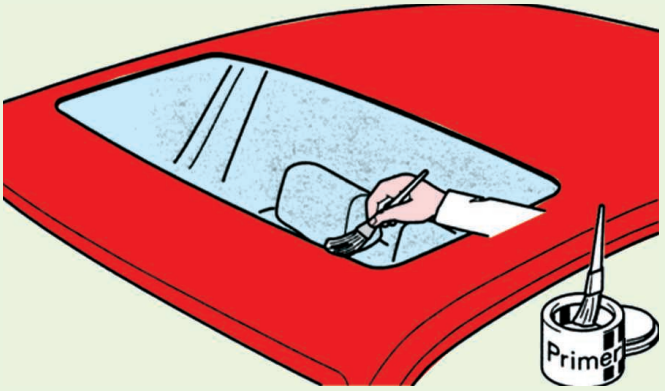
© Ediciones Paraninfo

7 Utilizando una herramienta de corte apropiada (sierra de calar, roedora, cizalla, etc.), recortar el contorno de la plantilla exterior del techo. En caso necesario, retocar con una lima el borde del corte realizado. Al acabar esta operación, es recomendable limpiar el vehículo de los restos de metal, generados durante el corte.

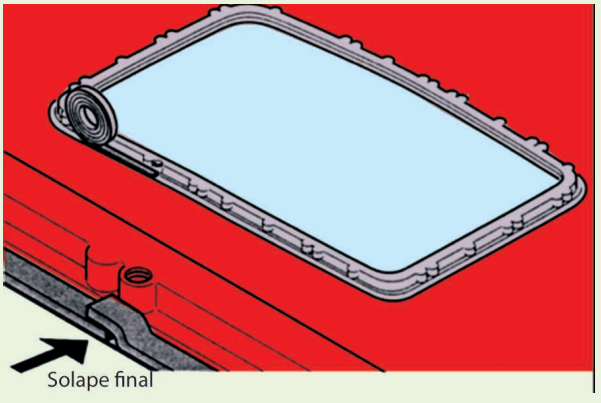
8 Poner el marco exterior del techo sobre el hueco cortado, debiendo observarse una holgura de 1,5 a 2 mm alrededor de todo el perímetro.



9 Imprimar convenientemente el borde de corte, para evitar la oxidación de la chapa.

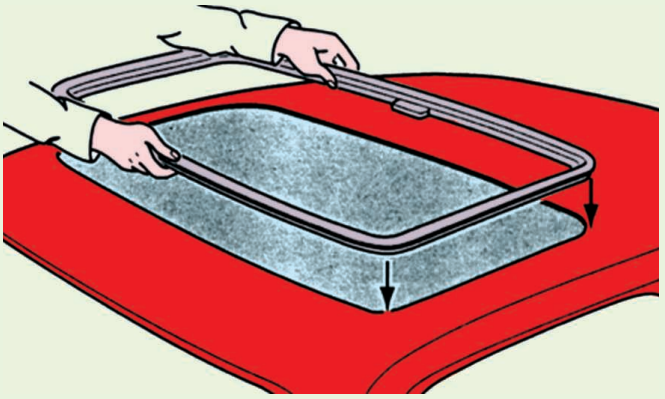


10 Colocar la junta de estanqueidad (apropiada a cada caso), sobre el marco exterior. En el caso de utilizar espuma adhesiva de poliuretano, la unión de los extremos cortados ha de realizarse a solape.

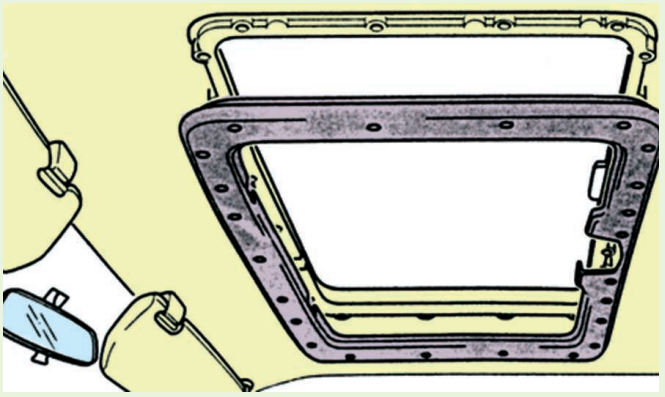


© Ediciones Paraninfo

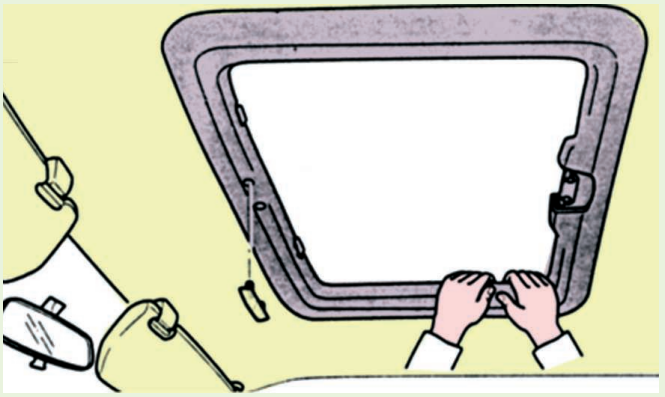
11 Colocar el marco exterior (perfectamente centrado).



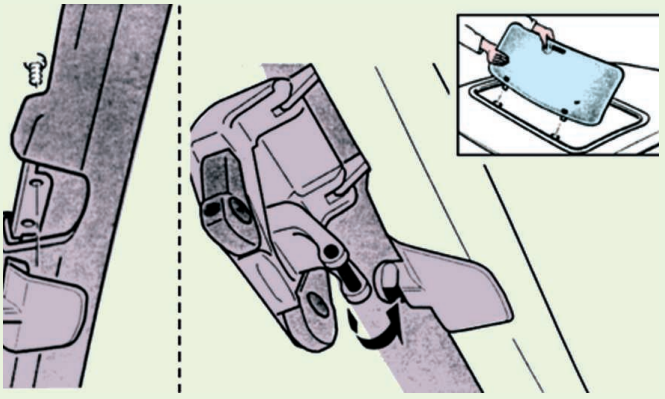
12 Colocar el marco interior, e introducir los tornillos de fijación (desde el centro hacia las esquinas) para ensamblarlo con el marco exterior.



13 Colocar el marco de acabado (embellecedor), insertándolo sobre la pestaña del marco interior.



14 Acoplar el sistema de abatimiento o desplazamiento (según el caso) sobre el marco y sobre el techo solar. Por último, colocar el cristal situándolo sobre las bisagras y el elemento de cierre (palanca articulada, manivela, etc.).



© Ediciones Paraninfo

6.9. Estanqueidad

Se entiende por estanqueidad el perfecto ajuste de todas las piezas amovibles, para conseguir un habitáculo hermético, que asegure la ausencia de filtraciones de agua y de aire. Para evitar la entrada de agua (en caso de lluvia o cuando se lava el vehículo) y de aire (silbidos o siseos durante la marcha), se emplean los siguientes métodos:

- Ajustes en los montajes.
- Uso de juntas de estanqueidad.
- Aplicación de productos sellantes y hermetizantes.

6.9.1. Ajustes en los montajes

Tal y como se ha descrito, en los diferentes procesos de montaje de los elementos amovibles exteriores del vehículo, debe realizarse un ajuste adecuado con las piezas adyacentes; ya que en caso contrario se generan holguras que provocan la aparición de ruidos producidos por el aire de la marcha, vibraciones y filtraciones de agua.

Como resumen, en la Figura 6.160 aparecen algunas de las «cotas» más significativas (con sus tolerancias de montaje) que es necesario comprobar cuando se realiza una reparación.

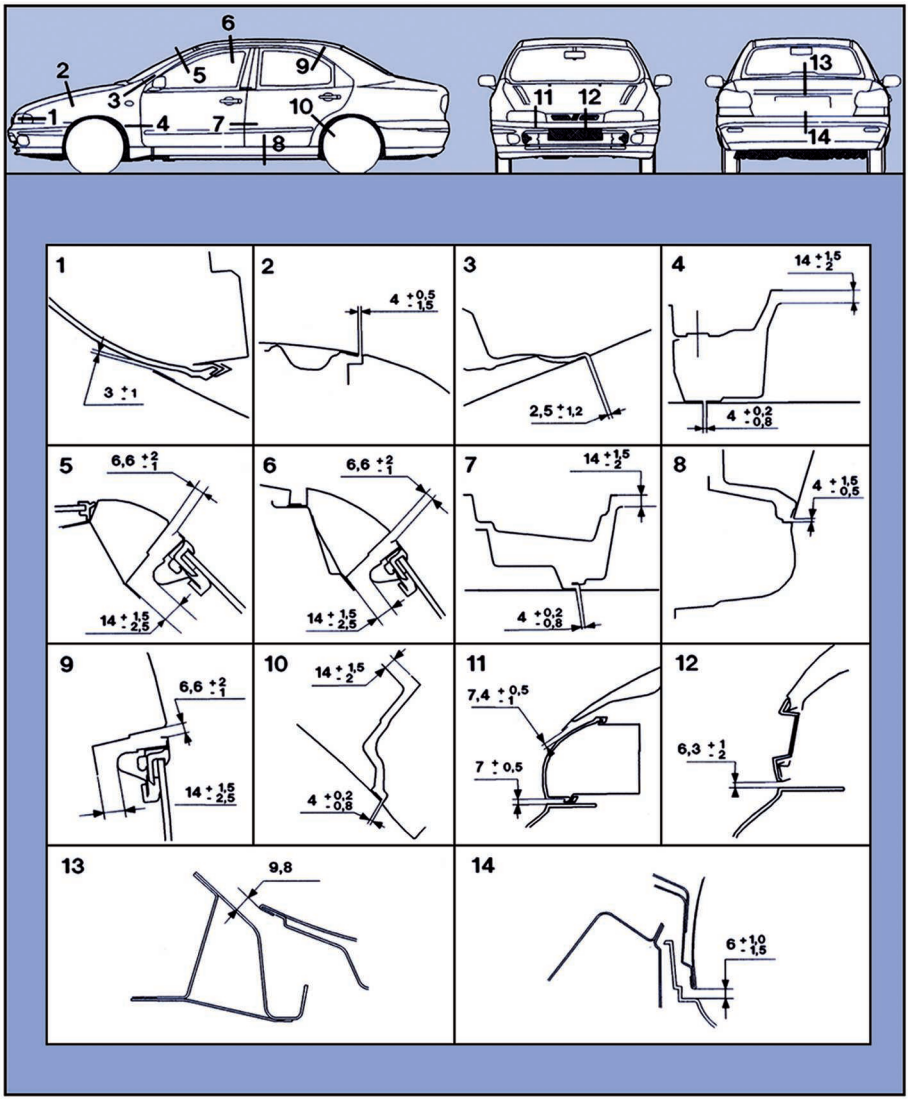


Figura 6.160. **Indicación de las tolerancias de montaje entre diferentes piezas de la carrocería.**

© Ediciones Paraninfo

6.9.2. Juntas de estanqueidad

Son unos perfiles fabricados con material plástico de rigidez variable, que se colocan entre dos elementos (siendo uno de ellos «móvil»), de tal forma que al producirse el cierre entre ellos, la junta queda sometida a presión, consiguiendo un cierre hermético que evita la entrada de agua y polvo, a la vez que minimiza los ruidos producto de las vibraciones provocadas por el contacto de dos superficies metálicas. Se emplean habitualmente en puertas, capó, tapa o portón del maletero, y techos practicables. Para su montaje se colocan normalmente a presión o con adhesivos, sobre la superficie fija (pestaña del marco correspondiente) sobre la que cierra el elemento amovible.

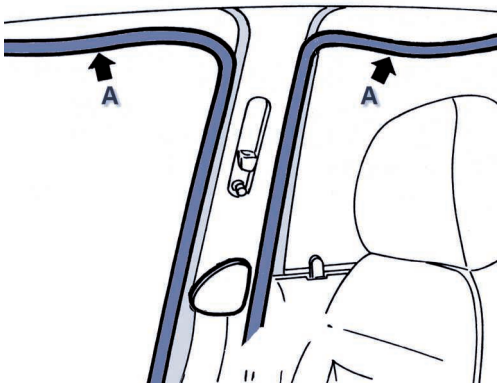


Figura 6.161. **Juntas de estanqueidad de puertas.**

6.9.3. Localización de ruidos

Los ruidos del viento son sonidos de alta frecuencia que se escuchan cuando el vehículo está en marcha. Por lo general se producen por:

- Juntas de estanqueidad flojas, gastadas o mal colocadas.
- Mal alineamiento de los elementos amovibles exteriores (puertas, aletas, etc.).
- Piezas sueltas (molduras, embellecedores, etc.).
- Montaje de portaequipajes sobre el techo del vehículo.

El proceso para resolver este problema consiste, en primer lugar, en identificar la zona donde se produce el ruido; y a continuación, el elemento causante del mismo. En caso de dificultad para determinar el origen del ruido, pueden utilizarse tubos huecos que a modo de «estetoscopios médicos» se desplazan (con el vehículo en marcha) sobre las zonas a inspeccionar. Estos tubos amplifican el ruido producido, por lo que facilitan su localización. En otros casos, pueden emplearse equipos más sofisticados, que consisten en detectores especiales de alto vacío, que captan (emitiendo un sonido de alarma) la alta frecuencia de una filtración de aire.

6.9.4. Localización de filtraciones de agua

Las filtraciones de agua se observan siempre que penetra la humedad o la lluvia en el habitáculo mojando la tapicería o demás elementos internos del vehículo. Estos problemas pueden presentarse en las juntas de los paneles, en las juntas entre cristal y metal, en las puertas, ventanillas, parabrisas, tapas o portones de maleteros, techos practicables, etc., en general, las filtraciones se producen por:

- Fisuras o escasez de productos selladores.
- Juntas de estanqueidad flojas, gastadas o mal colocadas.
- Mal alineamiento de las puertas.
- Cierre incorrecto de los cristales practicables de las puertas (mal ajustados).

Los métodos para localizar las filtraciones son los siguientes:

- Rociado, con agua, del vehículo.
- Iluminación de las juntas de los paneles.
- Uso de un detector de microfisuras (ultrasonidos).

Figura 6.162. **Rociado con agua para buscar filtraciones.**

Rociado con agua

Este método consiste en localizar las filtraciones utilizando un chorro de agua. El proceso consiste, en primer lugar, en desmontar las molduras y guarnecido del área a inspeccionar. A continuación, estando todas las puertas y ventanas convenientemente cerradas, aplicar un chorro

© Ediciones Paraninfo

continuo de agua, con poca o ligera presión, durante unos cinco minutos. Desde el interior del habitáculo se observará el lugar por donde se introduce el agua. En caso de dificultad para la localización, puede rociarse con una mezcla de agua y jabón el exterior de la zona a inspeccionar, a continuación, y desde el interior del habitáculo, se aplicará aire a presión sobre toda la zona; de tal manera, que saldrá por la fisura buscada originando pompas de jabón en el exterior.

Figura 6.163. Rociado con una mezcla de agua y jabón.

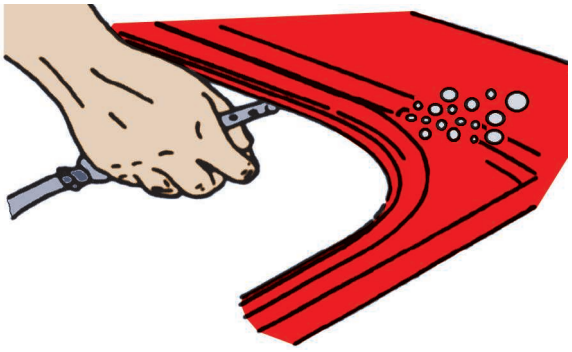


Figura 6.164. Soplado con aire a presión. Donde existan fugas saldrán burbujas.

Para poder inspeccionar lugares de difícil acceso como la parte inferior del panel de instrumentos, los orificios de salida de cables de la chapa salpicadero, salidas de cables de mando del embrague, frenos, etc., a veces resulta útil utilizar un espejo para realizar una observación indirecta.

Figura 6.165. Espejo orientable con mango telescópico.

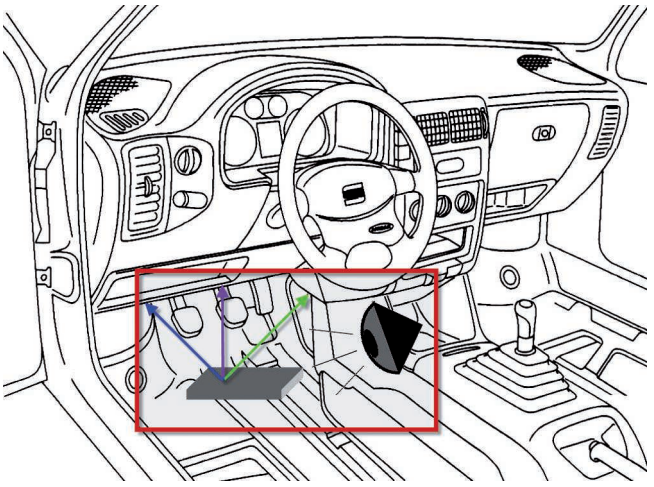


Figura 6.166. Utilización de un espejo para visión indirecta en lugares de difícil acceso.

Iluminación de las juntas de los paneles

Las filtraciones simples suelen localizarse fácilmente iluminando el vehículo con una lámpara muy potente (con un observador dentro del habitáculo). Este método solo resulta útil cuando la filtración tiene una trayectoria recta; en caso contrario, el rayo de luz no penetrará en el vehículo.

Detector de microfisuras

Consiste en un dispositivo de ultrasonidos de sensibilidad variable, formado por un emisor y un receptor. El proceso de verificación consta de los siguientes pasos:

- Realizar una primera prueba encendiendo el transmisor y comprobando que el receptor lo capta.
- Para regular la sensibilidad, introducir el transmisor dentro del habitáculo, y después de haber cerrado las puertas y los cristales practicables, regular el dispositivo para que el receptor capte los ultrasonidos que salen por el agujero de la cerradura.
- Para localizar las posibles fisuras, desplazar el transmisor por los siguientes elementos:
  - Perímetro de las puertas.
  - Perímetro de la luna parabrisas.
  - Perímetro de la luneta.
  - Perímetro del portón trasero (especialmente por las bisagras).
  - Perímetro del capó y pases de rueda.
  - Piso de la carrocería.
  - Chapa salpicadero (especialmente en los orificios de paso de tuberías y cables).
  - Perímetro del maletero.

© Ediciones Paraninfo

- En caso de lugares de difícil acceso, pueden añadirse al equipo tubos de extensión flexibles.

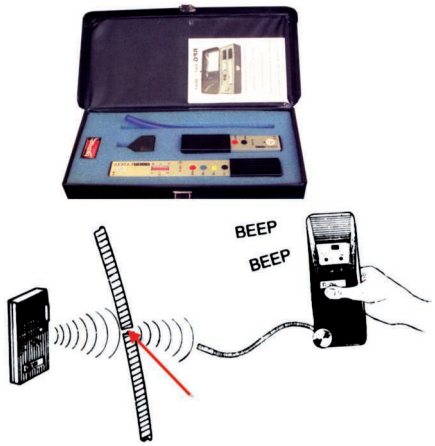


Figura 6.167. Detector de microfisuras.

Con soluciones fluorescentes

Se trata de un sistema que se compone de una solución fluorescente que, al ser aplicada, desvela cualquier filtración, por pequeña que sea, al barrer la zona con una lámpara ultravioleta de alta intensidad. Puede aplicarse en lunas, techos solares, parabrisas, maleteros, etcétera.

El equipo suele disponer de los siguientes elementos: lámpara UV, pistola de espray, solución fluorescente, gafas de protección y cable de conexión de 12 V.

Figura 6.168. Detector con solución fluorescente y rayos UV.

6.9.5. Reparación de las fisuras

La reparación de las entradas de agua consistirá, según el caso, en:

- Sustituir las juntas de estanqueidad de los diferentes elementos amovibles.
- Sustitución de los burletes de estanqueidad colocados sobre las guías de los cristales practicables de las puertas.
- Sellado de los paneles.
- Reposición de las arandelas «pasamuros» y tapones aislantes.

Para realizar la sustitución de las juntas de estanqueidad, hay que limpiar perfectamente la pestaña de fijación, eliminando los eventuales restos de adhesivo o suciedad depositada. Para su montaje, se comenzará por la parte inferior del cerco, acoplándola, sin estirarla ni forzarla, por todo el perímetro de la pestaña, hasta completar el cierre del hueco. En el caso de juntas encoladas, será necesario aplicar, previamente, la cola de contacto; respetando el tiempo de curado antes de comenzar a colocar la nueva junta.

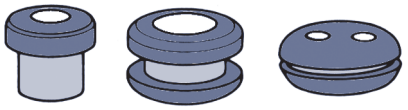


Figura 6.169. Diferentes tipos de arandelas pasamuros.

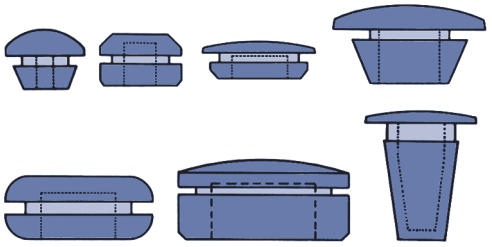


Figura 6.170. Diferentes tipos de tapones.

6.10. Panel de instrumentos

El panel de instrumentos es una pieza multifuncional de estructura unitaria o monolítica, fijada al travesaño de sujeción. Suele disponer de un revestimiento de material blando que garantiza un alto grado de seguridad pasiva y un agradable aspecto a la vista y al tacto. El diseño del panel de instrumentos es el resultado de unos esmerados estudios ergonómicos que tienen por objeto optimizar los volúmenes, la disposición de los mandos, y el nivel de confort. Asimismo, el panel y todos sus componentes se diseñan para reducir, de manera drástica, las consecuencias de los impactos (sobre todo frontales) y para poder soportar los altos esfuerzos mecánicos y las cargas térmicas (resistencia a la deformación por calor). Las formas redondeadas, los acabados sin salientes, y las piezas blandas y suaves, no solo aportan una buena apariencia

© Ediciones Paraninfo

estética, sino que contribuyen a conseguir los niveles deseados de seguridad pasiva.

Figura 6.171. Panel de instrumentos diseñado con acabados redondeados sin salientes.

La fijación del panel de instrumentos suele efectuarse en tres zonas:

- En el panel central o chapa salpicadero.
- En los pilares delanteros.
- En el túnel de la transmisión.

Una buena sujeción a la carrocería evita que el panel de instrumentos o sus componentes vibren y puedan provocar ruidos.

6.10.1. Constitución

Básicamente, el conjunto está dividido en tres partes:

- El panel de instrumentos (propiamente dicho).
- El soporte de fijación o anclaje.
- Los revestimientos inferiores.

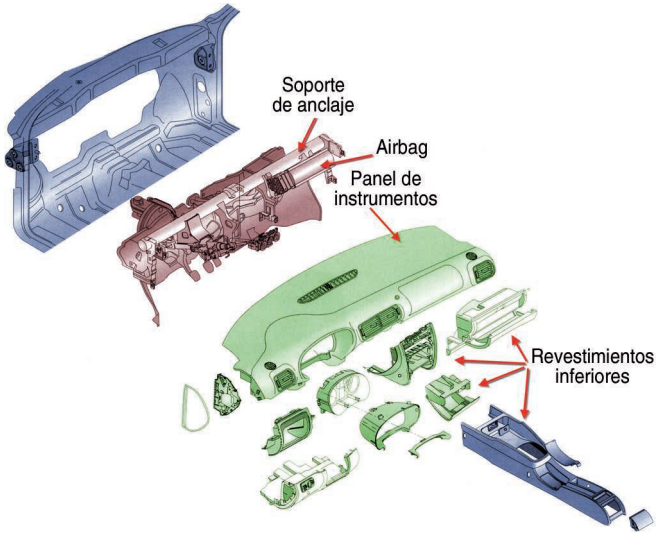


Figura 6.172. Constitución del conjunto del panel de instrumentos.

El panel de instrumentos se atornilla al soporte de anclaje, que a su vez está atornillado a la carrocería.

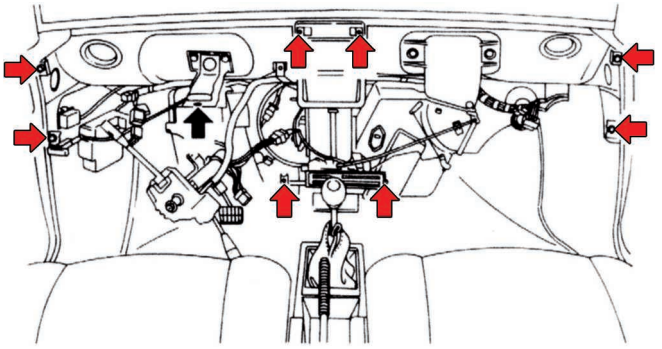


Figura 6.173. Fijaciones del panel de instrumentos a la carrocería.

Sobre el panel de instrumentos se suelen montar diferentes componentes, como: cuadro de instrumentos, mandos de accionamiento, conductos de la climatización, equipo de audio, navegador, guanteras, airbag, conmutador de luces, etc. Además, se fijan el resto de los revestimientos, concretamente la consola central, la consola sobre túnel, las guanteras y las tapas. Todos estos componentes y revestimientos pueden desmontarse por separado, facilitando el acceso a otros elementos que queden en el interior.

El airbag del acompañante suele montarse sobre el soporte de anclaje, pudiendo extraerse el panel de instrumentos sin necesidad de desmontarlo. Se encuentra oculto por una tapa atornillada al panel, que se rompe (de forma programada) cuando detona el airbag.

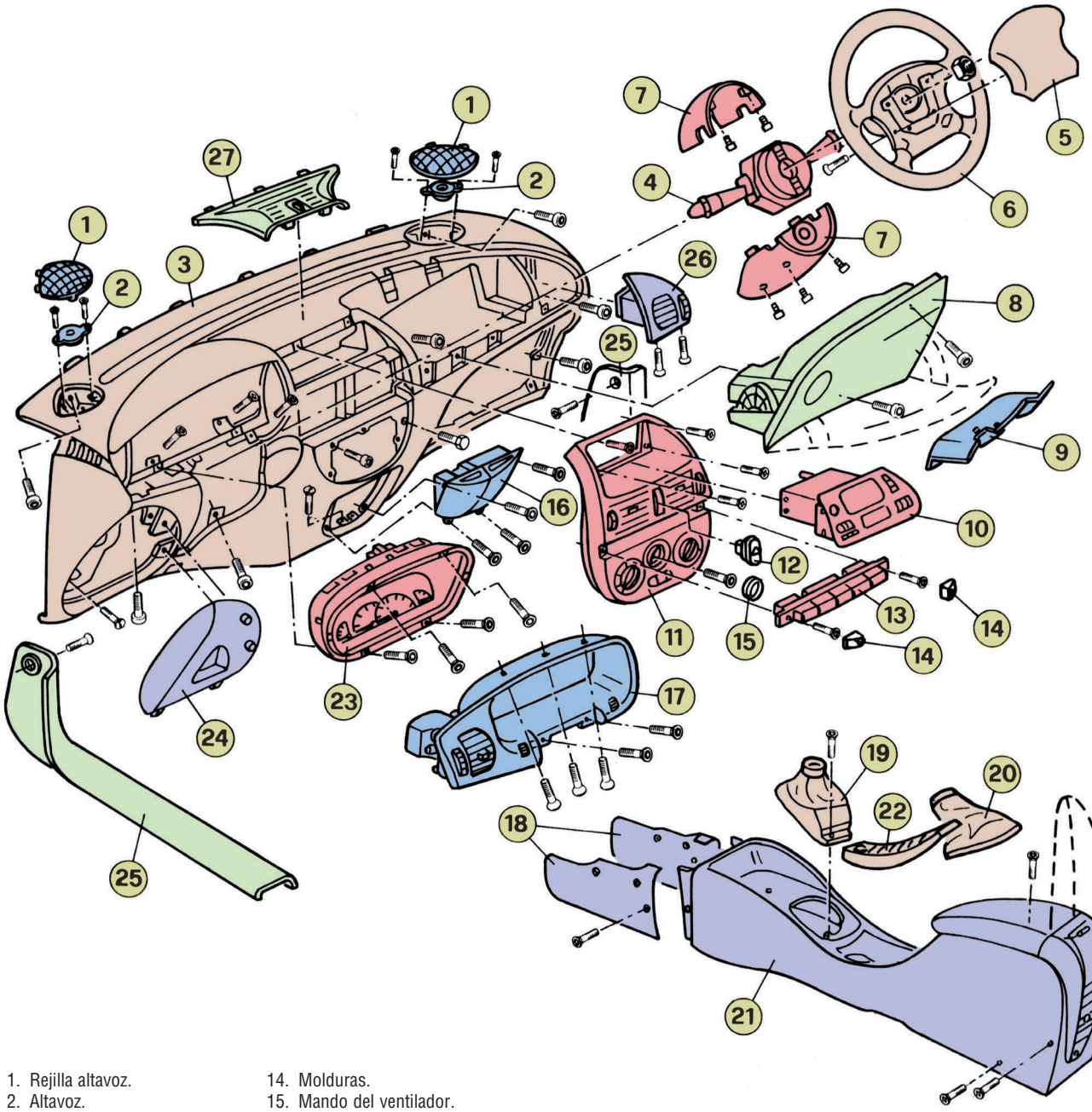
En la Figura 6.174 se muestran los componentes usuales que incorpora un panel de instrumentos típico. En ella puede apreciarse el sistema de fijación utilizado en cada uno de los componentes.

6.10.2. Desmontaje

Como el panel de instrumentos puede ser desmontado parcialmente (al poder separar diferentes revestimientos), se facilitan así los trabajos de reparación, ya que en la mayor parte de las intervenciones no es necesario desmontarlo totalmente, reduciéndose de forma apreciable el tiempo empleado en el proceso.

El proceso de desmontaje a seguir estará en función del tipo y constitución del panel de instrumentos en cuestión. Tomando como referencia la estructura de la Figura 6.174, a continuación se describen las operaciones típicas de este proceso.

© Ediciones Paraninfo



1. Rejilla altavoz.
2. Altavoz.
3. Panel de instrumentos.
4. Conmutador de luces.
5. Tapa del claxon/airbag.
6. Volante.
7. Carcasas de los conmutadores.
8. Guantera.
9. Tapa.
10. RadioCD.
11. Consola central.
12. Interruptor de emergencia.
13. Grupo de interruptores.
14. Molduras.
15. Mando del ventilador.
16. Grupo cenicero/encendedor.
17. Marco del cuadro de control.
18. Protección.
19. Capuchón palanca de cambio.
20. Protección palanca del freno de mano.
21. Consola sobre túnel.
22. Moldura.
23. Cuadro de instrumentos (control).
24. Protección de la caja de interconexiones.
25. Revestimiento del estribo.
26. Rejilla de ventilación derecha.
27. Rejilla superior.

Figura 6.174. **Componentes del panel de instrumentos.**

© Ediciones Paraninfo

1. En primer lugar, siempre resulta conveniente desconectar la batería para evitar el riesgo de cortocircuitos que pudieran dañar la instalación eléctrica. En cualquier caso, hay que asegurarse, mediante los manuales de reparación, que no haya ningún inconveniente para la desconexión (problemas de memoria en las centralitas de gobierno de sistemas de control electrónicos).
2. Extraer el volante. Para ello, hay que aflojar (sin extraer) la tuerca de fijación a la columna de la dirección, y golpear con las manos hasta desacoplar la parte cónica del ensamblaje. En el caso de equipar un dispositivo airbag, es imprescindible seguir las indicaciones recogidas en el manual del fabricante.
3. Quitar las juntas de estanqueidad, los revestimientos de los montantes, y cualquier otro elemento involucrado en el proceso.
4. Extraer el radioCD, con el sistema de inmovilización («extraíble») en su caso.
5. Desmontar las carcasas de los conmutadores eléctricos (luces y limpiaparabrisas), y extraer estos desconectando las clemas o los conectores.
6. Quitar la consola cubretúnel, desconectando los accesorios eléctricos (interruptores, conmutadores, etc.) que lleve incorporados.
7. Desmontar las tapas de la caja de interconexión, y el revestimiento del airbag del acompañante.
8. Extraer el cuadro de instrumentos. Para ello, una vez aflojados los tornillos de fijación, hay que separar ligeramente el cuadro para poder acceder a la parte interior y desconectar el cable del velocímetro y los diferentes conectores eléctricos.

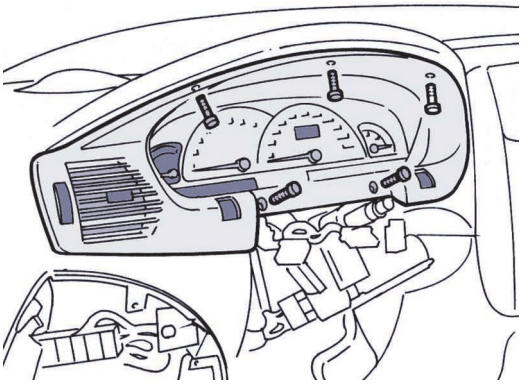


Figura 6.175. Extraer el cuadro de instrumentos.

9. Sacar el conjunto cenicero/encendedor, el grupo de interruptores, y el interruptor de emergencia (Figura 6.176 B), aflojando los tornillos de fijación. Desconectar posteriormente los conectores A de alimentación.

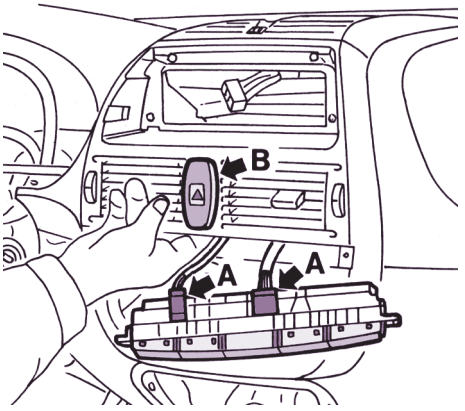


Figura 6.176. Extraer el conjunto del cenicero.

10. Extraer los mandos del conjunto climatizador, desconectando los cables de accionamiento y los conectores eléctricos.
11. Aflojar los tornillos de fijación del radiador de la calefacción y del evaporador (A/A) en su caso.
12. Extraer la guantera mediante los correspondientes tornillos de fijación, y el conector de iluminación.

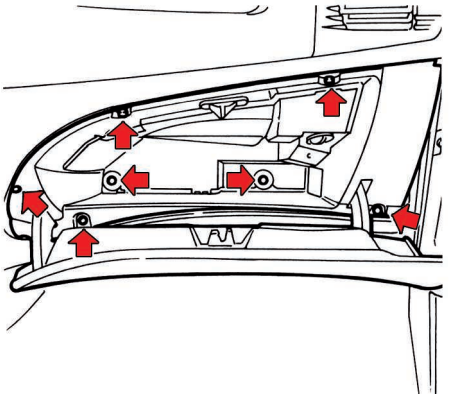


Figura 6.177. Extraer la guantera.

13. Desmontar las rejillas de ventilación (suelen fijarse a presión).
14. Desconectar todas las conexiones eléctricas que impidan la separación del panel.

© Ediciones Paraninfo

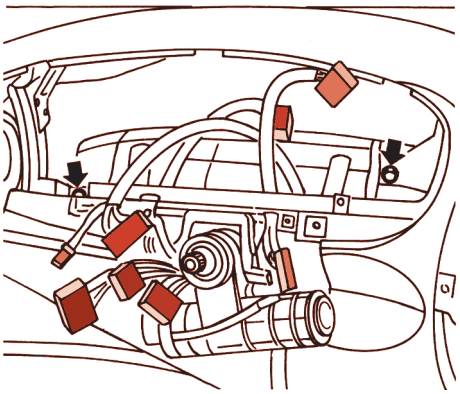


Figura 6.178. Desconectar todas las conexiones eléctricas.

15. Aflojar todos los tornillos de fijación del panel de instrumentos a la carrocería y al soporte de anclaje.
16. Extraer los tubos y conductos de la ventilación.
17. En algunas ocasiones, algunas fijaciones del panel se encuentran en el habitáculo del motor, bien en la chapa salpicadero o bajo el vierte-aguas del parabrisas.
18. Retirar el panel.

En todos los casos, es necesario hacer uso del manual de reparación específico de cada modelo, y seguir las indicaciones prescritas.

6.10.3. Montaje y ajuste

El montaje ha de realizarse invirtiendo el orden de operaciones realizadas durante el desmontaje, prestando especial atención a las conexiones eléctricas; comprobando el correcto conexionado de todo el conjunto. Asimismo, han de extremarse las precauciones a seguir en el proceso de montaje del dispositivo del airbag.

Una vez montado el panel de instrumentos, es conveniente realizar una prueba de funcionamiento de todos los conjuntos involucrados en las operaciones de montaje/desmontaje, para comprobar que no existan anomalías.

Los ajustes a realizar, una vez montado el panel de instrumentos, son prácticamente inexistentes, limitándose a corregir los posibles ruidos o vibraciones que puedan aparecer al existir holguras o mala colocación de los componentes del mismo. Para ello, en algunas ocasiones se utilizan unas tiras adhesivas de fieltro a modo de «cuñas» para corregir las citadas holguras.

6.11. Asientos

Son elementos de confort, sobre los que se acomodan los ocupantes del vehículo. Su evolución, en los últimos años, ha sido muy significativa; pasando de ser un elemento de funcionamiento y estructura muy simple a presentar una configuración bastante sofisticada y a participar de forma importante en el conjunto de seguridad pasiva del habitáculo. Su clasificación puede realizarse atendiendo a diferentes criterios.

Figura 6.179. Estructura de un asiento motorizado y con sistema de ventilación.

Estructura

En cuanto a la estructura, básicamente, los asientos se dividen en:

- **Asientos individuales.** Generalmente en las plazas delanteras.
- **Asientos «corridos» (banqueta).** Generalmente en las plazas traseras; bien en un solo conjunto, o partido en dos secciones (60/30).

Confort

Esta clasificación obedece al mayor o menor grado de rigidez del material de relleno, obteniéndose a nivel general los siguientes tipos:

- **Duros.** Empleados habitualmente en vehículos de carácter deportivo. En ellos no prima el confort, sino el perfecto «agarre» del cuerpo para intentar minimizar los efectos oscilantes provocados por este tipo de conducción.
- **Blandos.** Este grupo englobaría al resto de los asientos, donde interviene el confort como elemento importante en la concepción y diseño del asiento.

© Ediciones Paraninfo

Funcionalidad

En cuanto a la mayor o menor aptitud para aprovechar el espacio interior del habitáculo, se clasifican en:

- **Fijos.** Son los típicos asientos delanteros. Permiten ciertos movimientos de regulación pero sin llegar a plegarse sobre sí mismos. Los asientos de estructura más rígida suelen incorporar el sistema de retención del cinturón de seguridad.

Figura 6.180. Estructura de un asiento que incorpora el sistema integrado del cinturón de seguridad.

- **Articulados.** Se denominan así porque pueden plegarse para permitir el paso a las plazas o volumen trasero, para configurar un mayor volumen de carga, o para ampliar el espacio disponible, en el caso de existir más de dos filas de asientos.

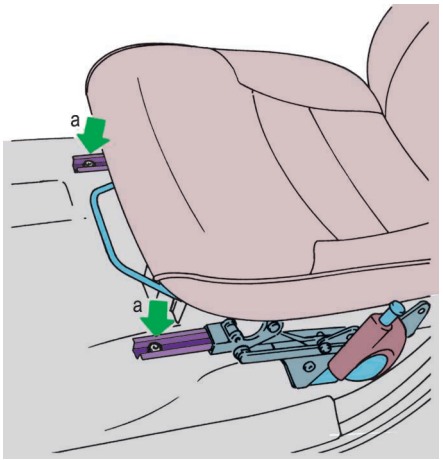


Figura 6.181. Fijación del asiento al piso del habitáculo mediante guías.

Los asientos delanteros suelen fijarse al piso del habitáculo mediante dos guías, que además de servir de apoyo, permiten su desplazamiento longitudinal.

En otros casos, son tres los puntos de sujeción: un apoyo delantero que fija al piso el raíl central de desplazamiento (dispone de un bloqueador de posición), y dos rodamientos que se desplazan por el interior de unas guías, permitiendo el desplazamiento longitudinal, a la vez que evitan los movimientos laterales y verticales. La guía interior dispone de un dentado de enclavamiento para evitar el desplazamiento del asiento en caso de colisión.

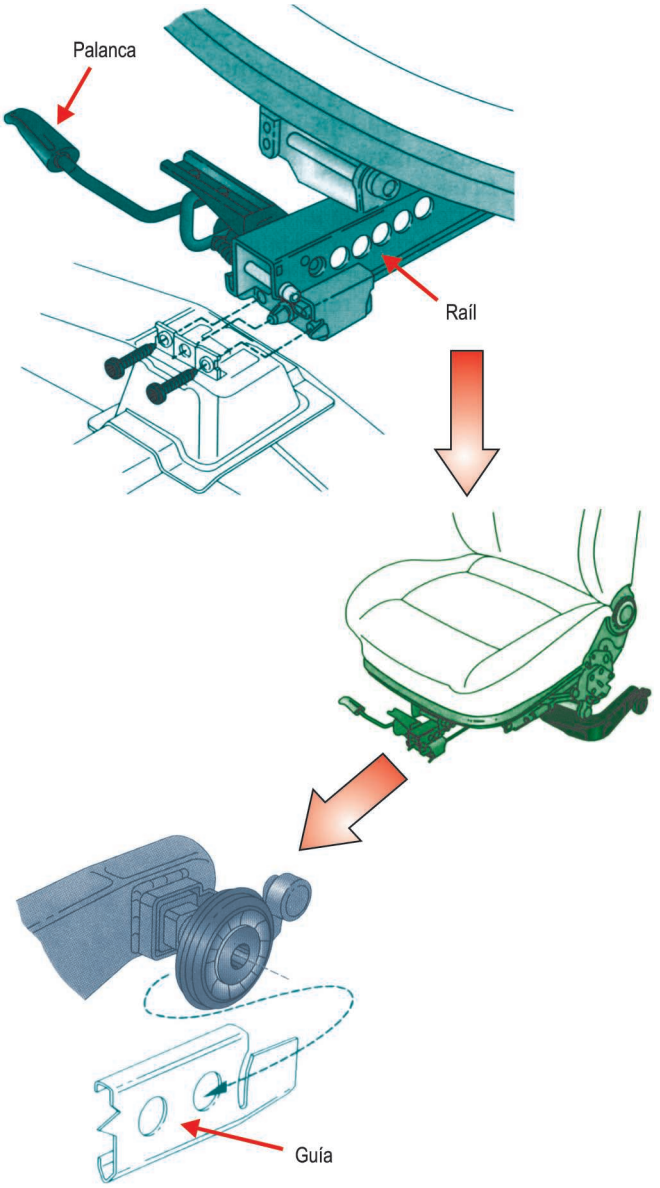
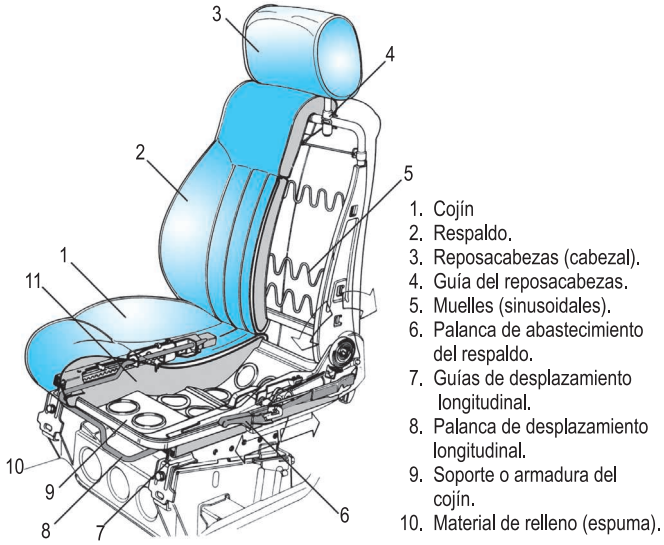


Figura 6.182. Fijación del asiento al piso del habitáculo mediante un raíl central.

© Ediciones Paraninfo

Constitución

El asiento está formado por una armadura, generalmente tubular, que forma dos piezas principales (cojín y respaldo), unidas de forma articulada por un eje transversal. La armadura incorpora unos muelles (normalmente sinusoidales) que forman una estructura deformable sobre el armazón tubular. Sobre la estructura así formada, se añade un relleno de gomaespuma, espuma de poliuretano, etc., que sirve de base al tapizado exterior (tela, material sintético o piel).



1. Cojín
2. Respaldo.
3. Reposacabezas (cabezal).
4. Guía del reposacabezas.
5. Muelles (sinusoidales).
6. Palanca de abastecimiento del respaldo.
7. Guías de desplazamiento longitudinal.
8. Palanca de desplazamiento longitudinal.
9. Soporte o armadura del cojín.
10. Material de relleno (espuma).

Figura 6.183. Constitución y estructura básica del asiento.

La forma de los asientos delanteros tiene por objeto evitar que, en caso de choque frontal, los ocupantes puedan hundirse en el asiento y deslizarse por debajo del ramal abdominal del cinturón de seguridad (efecto «submarining»).

En la parte superior, se acopla un pequeño respaldo de apoyo para la cabeza del ocupante (reposacabezas), cuya función es la de proteger a los ocupantes, tanto contra el impacto que reciben en las vértebras cervicales debido a una colisión trasera, como en la fase de rebote después de un choque frontal.

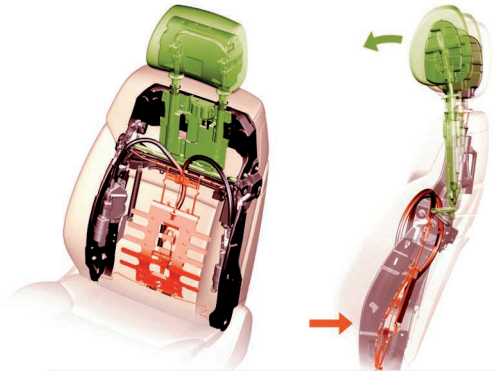


Figura 6.184. Configuración del respaldo y reposacabezas del asiento.

En ocasiones, los reposacabezas son activos y retienen de forma más eficaz la cabeza cuando se produce el rebote. En condiciones normales, el reposacabezas se fija en una posición cercana a la cabeza, cuando se produce una deceleración fuerte, el reposacabezas se desplaza a una posición más cercana para disminuir el riesgo de lesiones cervicales.

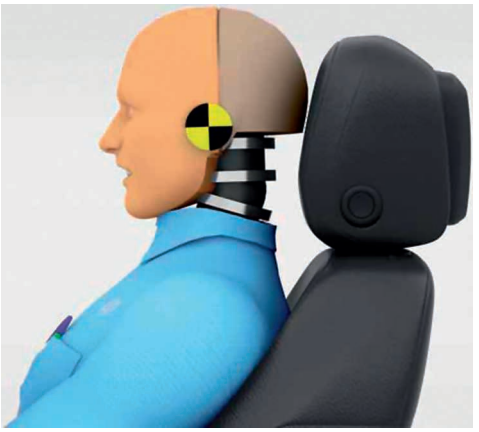


Figura 6.185. Posición inicial del reposacabezas.

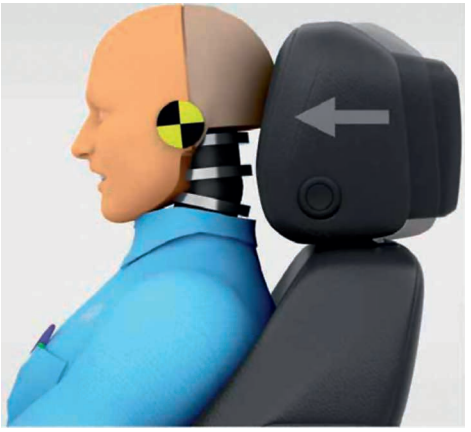


Figura 6.186. En caso de colisión, el reposacabezas se desplaza hacia una posición más cercana para evitar o disminuir lesiones cervicales.

El conjunto también dispone de una serie de palancas que accionan unos mecanismos que tienen por objeto adaptar la configuración del asiento a la anatomía del pasajero.

Algunos vehículos suelen disponer de asientos en los que la regulación se realiza eléctricamente. Además, el equipamiento de los mismos se suele completar con sistemas de calefacción y ventilación en los asientos, funciones de masaje y dispositivos de seguridad como airbag y sistemas de retención del cinturón de seguridad.

© Ediciones Paraninfo

Figura 6.187. Asiento con regulación eléctrica con rebordes laterales neumáticos en banqueta y respaldo, ajuste neumático del apoyo lumbar, calefacción, ventilación, funciones de masaje, de memoria de posiciones y personalización del contorno del asiento.

6.11.1. Regulaciones

Las regulaciones a efectuar en la posición del asiento, dependen del grado de confort del mismo. De la misma manera, los mecanismos y dispositivos para realizar las regulaciones varían de un fabricante a otro; por lo que, como ejemplo, se toman algunos de los más extendidos.

Básicamente, los ajustes de posicionamiento del asiento se pueden resumir en:

- **Regulación longitudinal.** Se consigue moviendo una palanca que libera el desplazamiento del asiento sobre sus guías o raíl.
- **Regulación de inclinación del respaldo (abatimiento).** Consiste en hacer girar el respaldo, mediante una rueda o palanca, sobre la fijación articulada en el soporte del cojín.
- **Regulación lumbar.** Con esta regulación se ajusta el apoyo del respaldo sobre la zona lumbar del pasajero, adaptándose al perfil del mismo. El mecanismo consiste en una rueda que acciona, enrollando o desenrollando, a un cable Bowden. Este va fijado por el otro lado al respaldo (el cable al área lumbar y la funda al brazo de palanca). A medida que se tensa el cable Bowden (mediante el giro de la rueda), se reduce la distancia entre el extremo del mismo y su funda, modificándose así el apoyo lumbar del asiento (Figura 6.188).

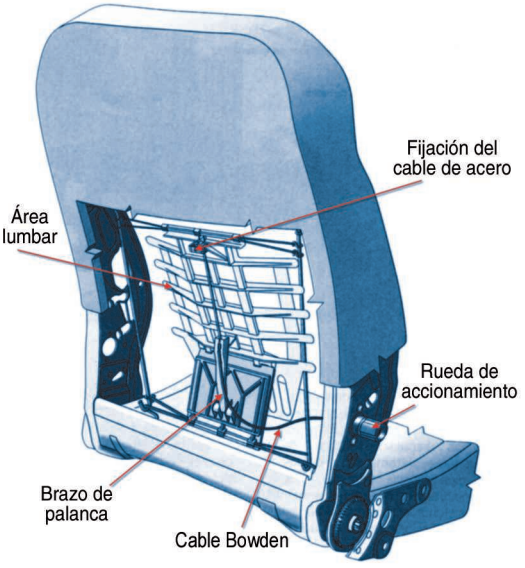


Figura 6.188. Regulación lumbar del asiento.

- **Regulación de altura.** Este dispositivo (Figura 6.189), está formado por una carraca y un piñón de recepción. La carraca consta de una rueda estriada solidaria a un piñón de ataque, un muelle de retroceso que devuelve a la rueda estriada a la posición de reposo, y dos trinquetes con un resorte. Cuando se acciona la palanca, se mueve la carcasa que aloja los trinquetes, de tal manera, que en función de la dirección del movimiento, actuará un trinquete mientras el otro queda libre. De esta forma se hace girar a la rueda dentada y al piñón de ataque que actúa sobre el piñón de recepción.

Las regulaciones eléctricas, en aquellos asientos que las equipen, se consiguen mediante motores eléctricos situados sobre los mecanismos de desplazamiento.

En determinados casos, los motores eléctricos se gobiernan desde una unidad electrónica, que tiene almacenados (programados en diferentes memorias) los datos correspondientes a varios pasajeros. De tal manera, que al ocupar el asiento, seleccionando la memoria previa-

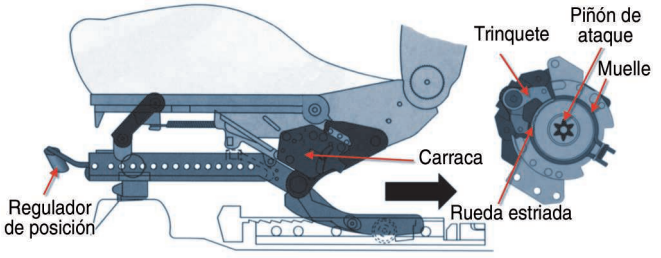


Figura 6.189. Regulación en altura del asiento.

© Ediciones Paraninfo

mente programada, el asiento y los retrovisores exteriores se regulan automáticamente adaptándose a las características del pasajero (Figura 6.190).

Figura 6.190. Ubicación de los motores de regulación del movimiento del asiento.

6.11.2. Desmontaje de los asientos

Como es lógico, las operaciones a realizar para el desmontaje de los asientos variarán de un vehículo a otro, en función del tipo de asiento y del sistema de ensamblaje utilizado. Como ejemplo, a continuación se desarrolla un proceso típico de desmontaje.

Asiento delantero

1. Consultar el manual de reparación correspondiente haciendo hincapié en las medidas de seguridad para aquellos asientos que incorporan airbag y sistemas de retención del cinturón de seguridad con dispositivos pirotécnicos.
2. Desplazar el asiento longitudinalmente hasta el tope trasero para desmontar los tornillos de fijación delanteros de las guías (Figura 6.191 (a)) (en algunos casos, la extracción de los tornillos ha de realizarse bajo el piso del habitáculo).
3. Realizar el desplazamiento hacia el tope delantero para extraer los tornillos traseros de fijación de las guías (Figura 6.191 (b)). En determinadas ocasiones, al quitar los topes fin de carrera del desplazamiento longitudinal, puede extraerse el asiento sin necesidad de quitar las guías.
4. Extraer el asiento.

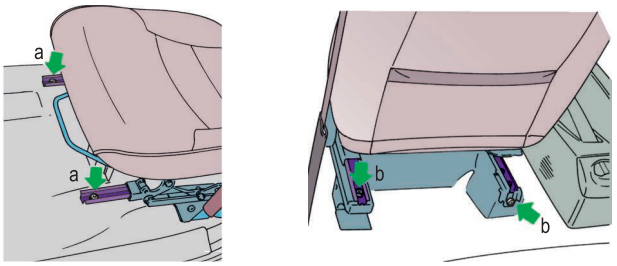


Figura 6.191. Desmontaje de un asiento delantero.

Asiento trasero

1. Aflojar los tornillos (Figura 6.192 (a)) que fijan el cojín de la banqueta a la carrocería, y extraerlo del vehículo. En algunos casos, el cojín se introduce a presión sobre unas bridas, de tal forma que su desmontaje se realizará empujando la parte delantera del cojín para liberar el montaje.
2. Aflojar el tornillo que fija el respaldo (Figura 6.192 (b)), levantarlo para soltarlo de las fijaciones superiores y extraerlo. En otras ocasiones, la fijación inferior del respaldo se realiza mediante unas pestañas de chapa que abrazan unas bridas del respaldo.
3. Para facilitar el desmontaje del respaldo, después de aflojar el tornillo (b), desmontar las sujeciones laterales (Figura 6.192 (c)).

En caso de un asiento trasero partido, el desmontaje consistirá en (Figura 6.193):

1. Aflojar el tornillo (a) y sacar el asiento izquierdo soltándolo del perno (b).
2. Proceder de la misma manera con el asiento derecho (desmontando el tornillo c).
3. Bajar el respaldo y aflojar los tornillos (d) que fijan el revestimiento del maletero al respaldo.
4. Aflojar los tornillos (e) que fijan el respaldo a la brida de abatimiento.
5. Extraer el respaldo del vehículo.

Para realizar el montaje de los asientos, bastará con invertir el orden de las operaciones realizadas en el desmontaje, teniendo la precaución de limpiar convenientemente las guías de desplazamiento para evitar deslizamientos forzados y difíciles de los asientos.

© Ediciones Paraninfo

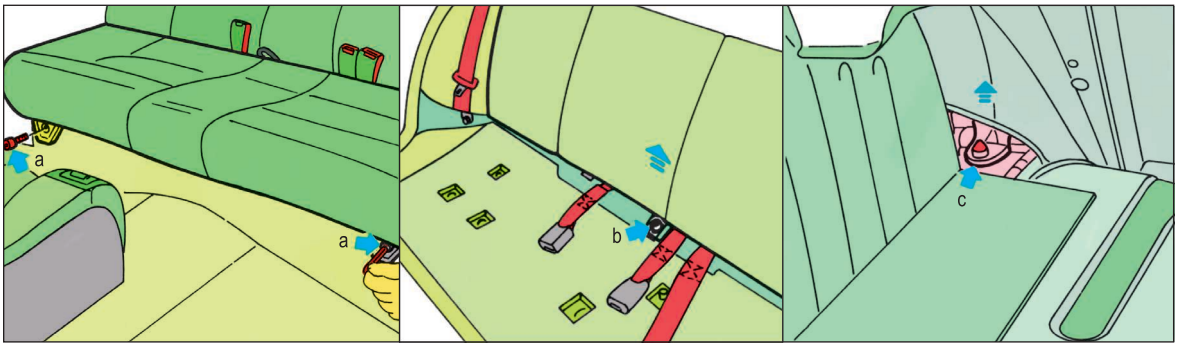


Figura 6.192. Desmontaje de un asiento trasero de una pieza.

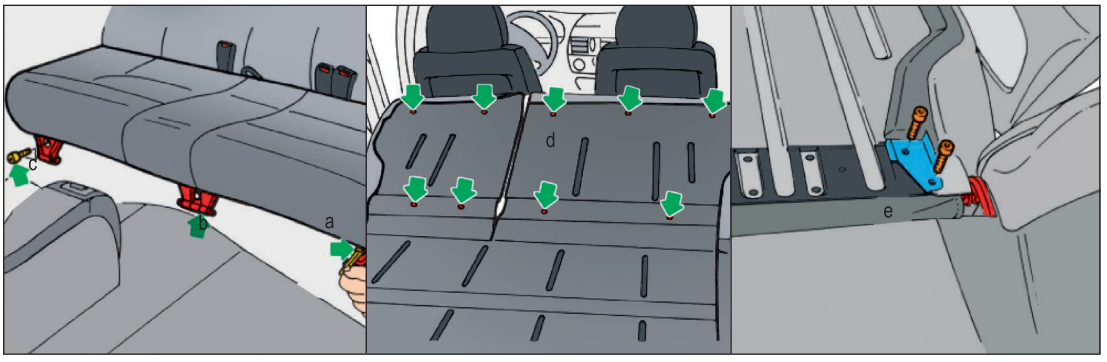


Figura 6.193. Desmontaje de un asiento trasero partido.

6.11.3. Despiece

El despiece del asiento se realizará desmontando, en primer lugar, las molduras laterales (en caso de incorporarlas). A continuación habrá que desmontar todas las palancas de regulación, desmontando los mecanismos o grupos de ajuste. El reposacabezas se desmontará tirando de él hacia arriba; en algunos casos será necesario girar previamente los soportes de las guías (Figura 6.194).

El tapizado se extraerá quitando las correspondientes grapas de fijación a la estructura del bastidor. El desmontaje del relleno se realiza extrayendo de la misma forma los ganchos o grapas de fijación (Figura 6.195).

El despiece se completa desmontando las guías de deslizamiento, aflojando los tornillos de fijación correspondientes. Según las características del asiento, puede resultar necesario desmontar más elementos: muelles de tensado, dispositivos de regulación lumbar, etcétera.

El montaje se realizará, como en el resto de operaciones, invirtiendo el orden de desmontaje. Para la fijación del relleno y del tapizado, ha de utilizarse un alicate específico para insertar las grapas de fijación.

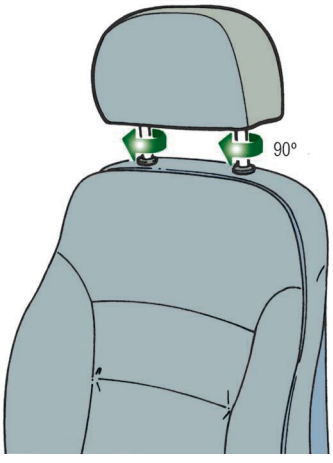


Figura 6.194. Sistema de retención de reposacabeza.

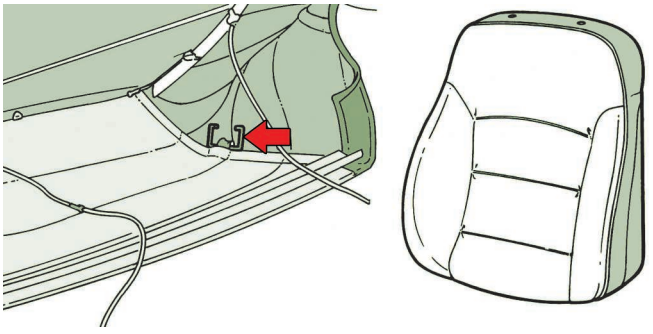


Figura 6.195. Desmontaje del tapizado del asiento.

© Ediciones Paraninfo

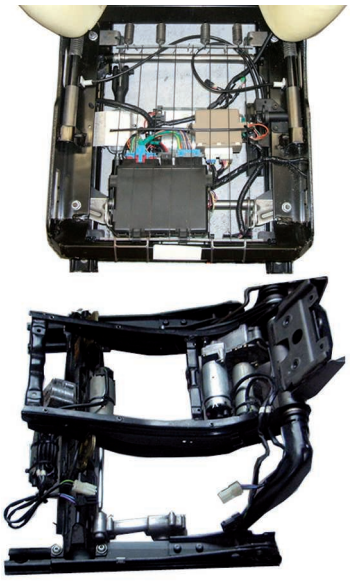


Figura 6.196. Aspectos que presenta la estructura de la base del asiento, una vez desmontado el cojín.

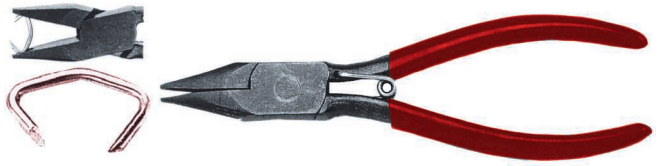


Figura 6.197. Herramienta para insertar grapas de fijación del relleno y tapizado del asiento.

6.11.4. Elementos complementarios

En cuanto a seguridad se refiere, el equipamiento de los asientos se complementa con el uso de cinturones de seguridad que limitan el desplazamiento del pasajero en caso de colisión. En buena parte de vehículos, el asiento incorpora sensores de ocupación y dispositivos airbag que evitan los desplazamientos laterales y/o verticales del pasajero al activarse en caso de colisión.

Cinturones de seguridad

Son elementos de seguridad que, como se ha referido anteriormente, limitan el desplazamiento del ocupante en caso de colisión, evitando impactos contra determinados elementos interiores del habitáculo.

Consisten (Figura 6.198), en una cinta o faja, de material textil muy resistente (1), que se une, por un lado, a un anclaje en el estribo (2), pasa por una hebilla (3), rodea una guía (4) situada en la parte superior del montante

Figura 6.198. Conjunto del cinturón de seguridad.

central, y termina en un dispositivo retractor (5) fijado en la parte inferior del mismo montante. El cierre del cinturón se consigue insertando la hebilla en el tirante de anclaje (6).

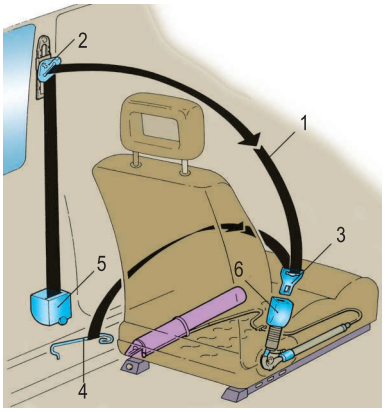


Figura 6.199. Configuración del conjunto de cinturón de seguridad delantero.

Las diferencias más notables en estos elementos se localizan en el tirante de anclaje. En los vehículos actuales se fija al bastidor del asiento, para que el cinturón siga al asiento en las distintas posiciones que este pueda adoptar, adaptándose a las mismas para garantizar la máxima seguridad en cualquier situación.

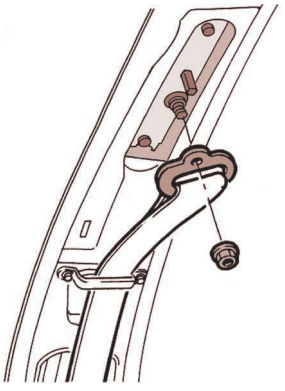


Figura 6.200. Regulación en altura del cinturón.

© Ediciones Paraninfo

Los cinturones también pueden regularse en altura con un mando de fácil accionamiento. En la mayoría de los casos, el sistema de control del vehículo dispone de un testigo luminoso y/o acústico que indican al conductor que el cinturón no está abrochado.

Con todo, la incorporación más significativa son los «pretensores automáticos» de accionamiento mecánico (resorte) o pirotécnico. Estos dispositivos ejercen una tracción importante del cinturón en caso de colisión, reduciendo aún más el desplazamiento del ocupante.

Figura 6.201. Sistema pretensor del cinturón.

Desmontaje

El desmontaje del conjunto del cinturón de seguridad suele realizarse de manera sencilla y rápida. El proceso se inicia quitando los revestimientos implicados para poder acceder a los tornillos de fijación de la guía y dispositivo de regulación de altura, del tirante de anclaje y del carrete retractor. En caso de incorporar dispositivos pirotécnicos, deben seguirse estrictamente las normas de manipulación especificadas por el fabricante.

Consideraciones importantes

Aparte de las precauciones propias que es necesario seguir con los dispositivos pretensores automáticos, conviene tener en cuenta una serie de recomendaciones:

- Para realizar una primera comprobación del correcto funcionamiento del mecanismo del cinturón, es suficiente con realizar un tirón repentino del cinturón, verificando que el dispositivo retractor bloquea su movimiento.
- En caso de mal funcionamiento del elemento retractor, no se debe intentar su reparación, sino sustituirlo por un elemento nuevo.
- Apretar al par prescrito todos los tornillos de fijación de los anclajes de los cinturones.
- Comprobar que el cinturón no se encuentre retorcido, debido a una mala alineación del cinturón a la hora de abrochar la hebilla.
- Revisar el tejido y sustituirlo si presenta pérdidas de color, bordes deshilachados o costuras sueltas.

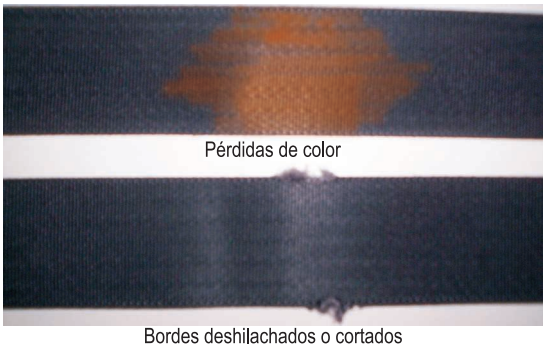


Figura 6.202. Anomalías del tejido del cinturón.

6.12. Revestimientos interiores

Esta denominación se aplica a todas aquellas piezas cuya función principal es la de recubrir (revestir) exteriormente conjuntos o elementos de chapa, mejorando la estética general del habitáculo. Se suelen denominar también como **guarnecidos;** y en caso de ir forrados de materia textil, sintética, o piel, se denominan **tapizados.**

Los revestimientos, además de mejorar el acabado y la apariencia estética interior, aumentan la seguridad pasiva, ya que en caso de accidente protegen a los ocupantes de posibles choques con los diferentes perfiles metálicos. El

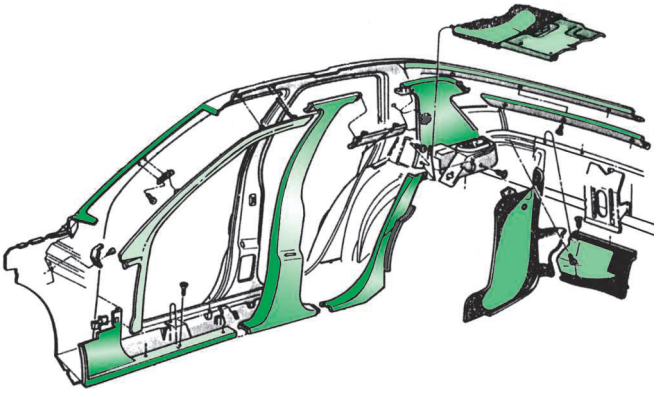


Figura 6.203. Guarnecidos y revestimientos.

© Ediciones Paraninfo

sistema de fijación suele ser a través de grapas, tornillos o encastres, para facilitar los procesos de montaje y desmontaje. El material de fabricación más extendido es el plástico, aunque también los hay de madera, cartón, material textil, etcétera.

Dada la gran variedad de fabricantes y modelos existentes, para realizar el desmontaje de los revestimientos de un vehículo determinado, es recomendable utilizar el manual de reparación del mismo, donde se especificará el método correcto de desmontaje y montaje, y las particularidades de cada caso. Como ejemplo, a continuación se describen los revestimientos más habituales que equipan los vehículos.

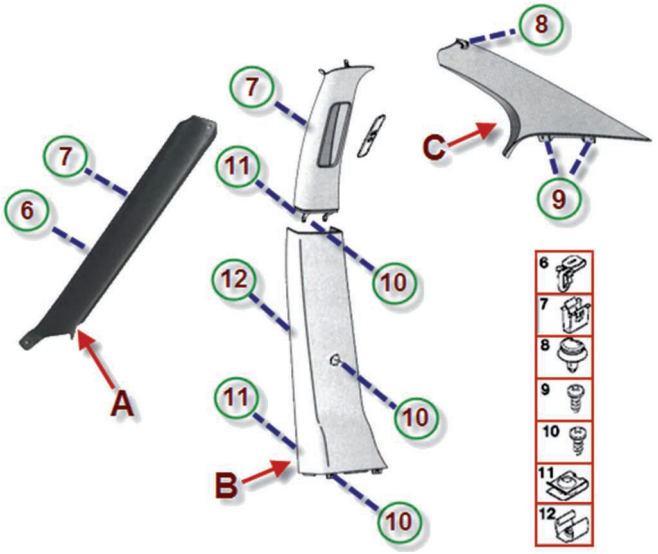


Figura 6.204. Revestimientos y sistema de fijación de los pilares: delantero (A), central (B) y trasero (C).

- **Revestimientos de puertas.** Puede estar formado por una o varias piezas. El sistema de fijación suele consistir en varios tornillos (en la tapa del tirador, apoyabrazos, bandeja portaobjetos, etc.), y una serie de grapas alojadas en el perímetro del revestimiento. Normalmente este revestimiento se encuentra tapizado (total o parcialmente); en algunas ocasiones, el panel tapizado forma una pieza aparte que se fija sobre el revestimiento de puerta.
- **Revestimiento del pilar delantero.** Está fijado al pilar o montante delantero mediante una serie de grapas y pestañas.
- **Revestimiento del pilar central.** Suele constar de dos partes (inferior y superior), fijadas ambas mediante grapas y tornillos.
- **Revestimiento de la bandeja.** Oculta la estructura metálica de la bandeja trasera (en caso de vehículos de tres volúmenes).
- **Revestimiento del pilar trasero.** Está formado por dos partes, debiéndose comenzar el desmontaje por el revestimiento inferior (A), y a continuación el revestimiento de la bandeja (B); ya que solo así se tendrá acceso a los tornillos que sujetan el revestimiento superior (C) (Figura 6.205).

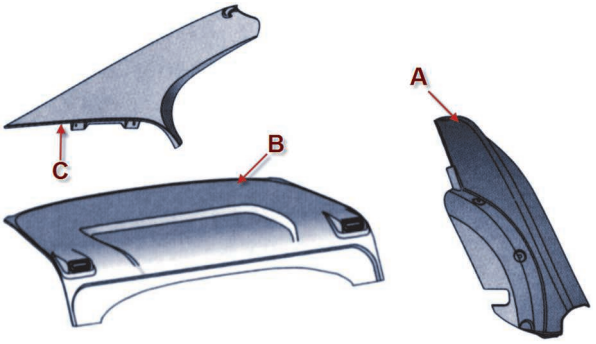


Figura 6.205. Revestimientos del pilar trasero.

- **Talonera.** Constituye el revestimiento lateral inferior del habitáculo. Está formada por dos piezas. La operación de desmontaje debe iniciarse en el pilar delantero, ya que dispone de un pivote que encaja en la segunda pieza. El resto del ensamblaje se realiza mediante grapas o tornillos.

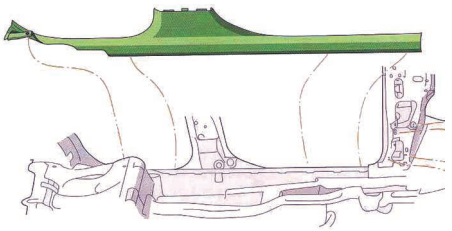


Figura 6.206. Revestimiento lateral inferior del habitáculo.

- **Revestimiento del maletero.** Lo forman tres piezas. Normalmente, resulta conveniente comenzar el desmontaje por la pieza central, y seguir por las laterales. En los tres casos la fijación suele ser mixta (tornillos y grapas).
- **Techo.** Por ser el revestimiento que más particularidades presenta, por el número de piezas implicadas en su desmontaje, y los diferentes sistemas de ensamblaje, su descripción se realiza aparte.

6.12.1. Consideraciones generales

Para el desmontaje de los revestimientos interiores es importante tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Para el desmontaje de la mayoría de los revestimientos superiores de los montantes, será necesario extraer parcialmente la goma de estanqueidad.

© Ediciones Paraninfo

- En caso de revestimientos formados por varias piezas, hay que observar detenidamente el ensamblaje para determinar el orden correcto de desmontaje.
- Para el desmontaje de los revestimientos cuya fijación se realiza con grapas, en necesario utilizar el útil adecuado.

Figura 6.207. Útiles para el desmontaje de grapas de fijación de revestimientos.

- Para desmontar determinados revestimientos, hay que extremar las precauciones para evitar dañar los eventuales cables eléctricos que puedan existir en su interior.
- Sustituir las grapas que se encuentren en mal estado.

6.12.2. Revestimiento de techo

El revestimiento del techo, además de cerrar interiormente la estructura del techo del vehículo (mejorando la estética del mismo), aísla térmicamente el habitáculo, y lo insonoriza de los posibles ruidos provocados por el viento y las vibraciones que puedan producirse en el panel del techo (al ser una pieza de gran superficie).

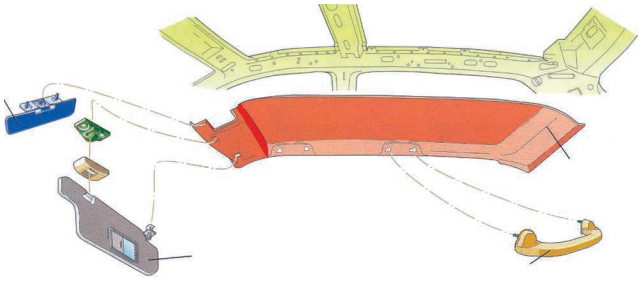


Figura 6.208. Revestimiento del techo.

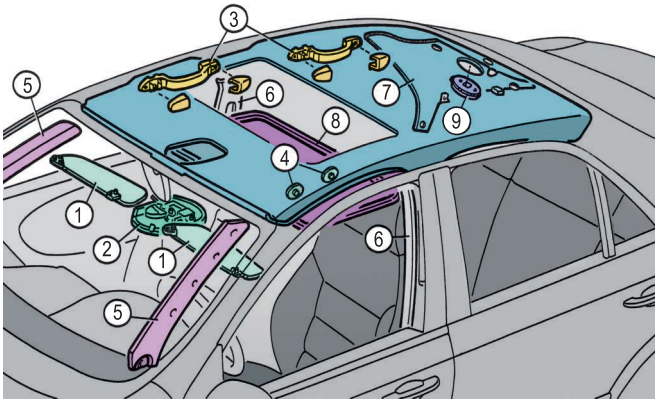
Habitualmente, este tipo de revestimiento suele estar formado por:

- Un material flexible (textil o sintético), cuya fijación se realiza mediante una serie de varillas en su parte central, y a través de los revestimientos de los montantes y las gomas de estanqueidad, en su perímetro.
- Una base de cartón duro (convenientemente moldeado) recubierto, por la parte exterior (hacia el techo) de una capa de espuma insonorizante, y por la parte interior (hacia el habitáculo) de un recubrimiento textil o sintético.

El sistema de fijación puede realizarse mediante tornillos y grapas, adhesivo, o un ensamblaje mixto (tornillos, grapas y adhesivo).

Como ejemplo, a continuación se describe el proceso de desmontaje de un típico revestimiento «duro»:

- El desmontaje comenzará quitando las piezas enumeradas (según el orden de desmontaje) en la Figura 6.209.



1. Parasol.
2. Iluminación de techo.
3. Manillas.
4. Molduras de fijación del revestimiento del techo.
5. Revestimiento de los montantes delanteros.
6. Revestimiento de los montantes centrales.
7. Revestimiento de los montantes traseros.
8. Junta de la trampilla del techo corredizo.
9. Lámpara de techo trasera.

Figura 6.209. Desmontaje de los elementos adyacentes al revestimiento del techo.

- En la parte trasera del techo, aflojar los tornillos (A) y quitar la sujeción (B) (Figura 6.210) con el útil de desmontar grapas.
- Extraer las juntas de estanqueidad en las zonas adyacentes al revestimiento del techo (Figura 6.211).
- Calentar el techo para reblandecer el adhesivo y conseguir que el revestimiento se despegue. El calentamiento puede efectuarse con un generador de aire caliente (por el interior de habitáculo), o mediante una lámpara de rayos infrarrojos (por el exterior del techo) (Figura 6.212). En cualquier caso, conviene evitar que la temperatura supere los 90 °C para no dañar la pintura.

© Ediciones Paraninfo

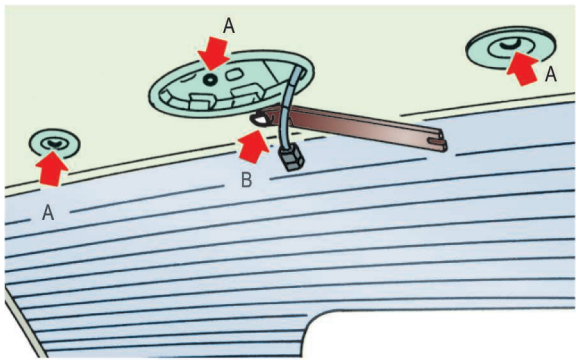


Figura 6.210. Fijación trasera del techo.

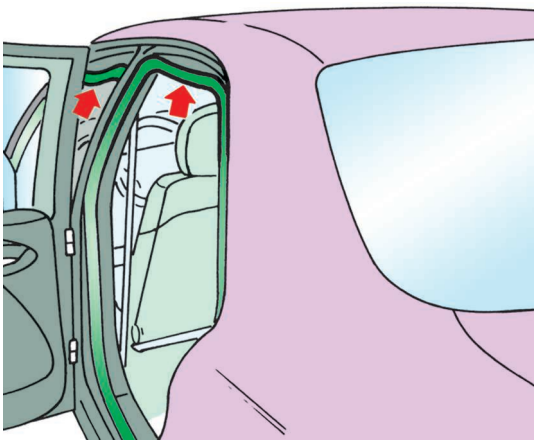


Figura 6.211. Desmontaje de las juntas de estanqueidad.

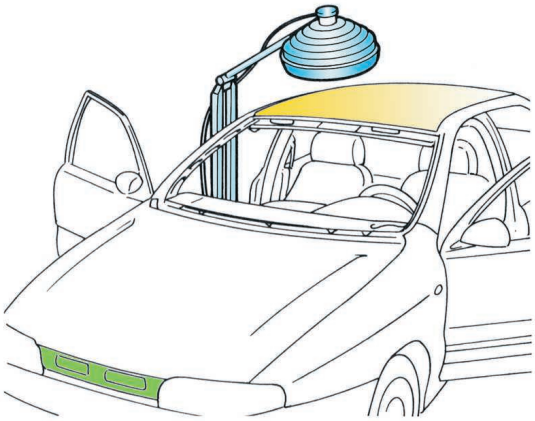


Figura 6.212. Calentamiento del techo para reblandecer el adhesivo.

- Desplazar el revestimiento en sentido longitudinal para que se despegue totalmente. En ningún caso hay que tirar de él hacia abajo, pues podría doblarse y deformarse.
- Extraer el revestimiento por el hueco más adecuado (puerta o portón de maletero).

Montaje

En líneas generales, el montaje del revestimiento de techo se efectuará invirtiendo el orden de operaciones realizadas durante el desmontaje.

Para la fijación del revestimiento hay que seguir los siguientes pasos:

- Limpiar a fondo el techo con un trapo o papel empapado de disolvente, o cualquier otro producto de similares características (Figura 6.213).

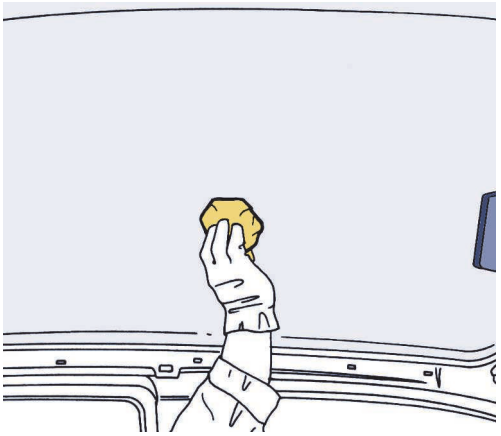


Figura 6.213. Limpieza de la superficie de adherencia.

- Aplicar el adhesivo recomendado, en las zonas prescritas en el manual del fabricante (reticuladas en la Figura 6.214), respetando las cotas indicadas.

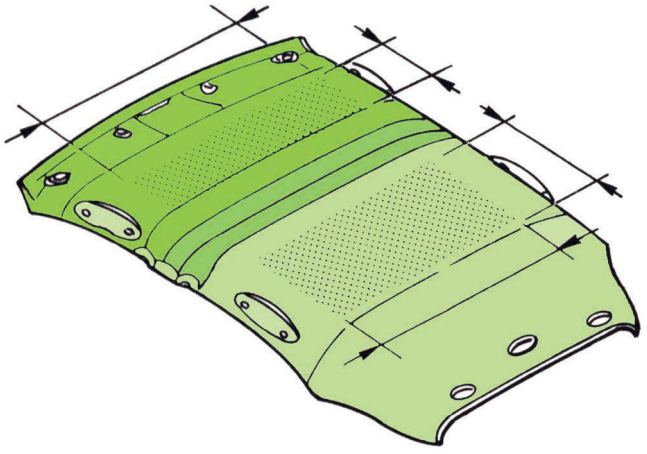


Figura 6.214. Zonas de aplicación del adhesivo.

© Ediciones Paraninfo

- Calentar el revestimiento, durante aproximadamente 5 minutos, mediante un generador de aire caliente o una lámpara de rayos infrarrojos.
- Posicionar el revestimiento en su alojamiento (sin adherirlo totalmente), montando posteriormente las manillas de los pasajeros y los revestimientos del techo (Figura 6.215).

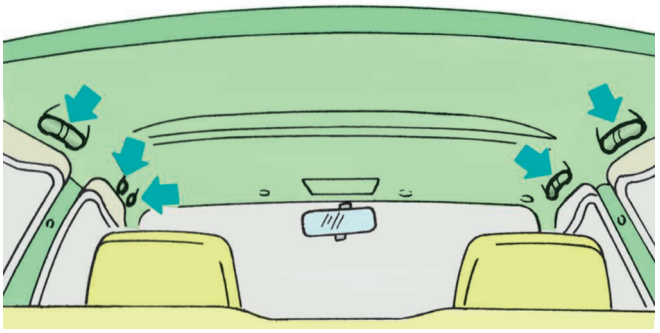


Figura 6.215. Referencias para el correcto posicionamiento del techo.

- Presionar sobre el revestimiento, desde el centro hacia los bordes, para que se adhiera al techo (Figura 6.216). A continuación, apretar totalmente los tornillos de fijación de las manillas.
- Completar el montaje con el resto de operaciones.

Figura 6.216. Ejercer presión sobre el techo para completar el montaje.

6.12.3. Otros revestimientos

Algunos de los revestimientos antes citados y otros de similares características que puedan incorporar algunos modelos de vehículos, tienen un carácter **insonorizante,** cuyo principal objeto es de aislar térmica y acústicamente el habitáculo para mejorar el nivel de confortabilidad de los vehículos.

La insonorización del habitáculo es uno más de los factores que el fabricante más tiene en cuenta a la hora de diseñar un nuevo modelo, para poder cumplir las normativas en dicha materia (en la CEE, el vehículo debe generar un ruido exterior inferior a 74 decibelios, e inferior a 68 decibelios dentro del habitáculo de pasajeros, circulando a 100 km/h). Para conseguir estos niveles de ruidos, se recurre principalmente a varios métodos:

- Aislamiento de los ruidos transmitidos por el firme de la carretera (neumáticos y suspensiones, fundamentalmente).
- Disminución de la «rumorosidad» y vibraciones de la mecánica.
- Estudio de los diferentes tipos de unión utilizados en los ensamblajes de ciertos elementos (panel de instrumentos, asientos, etc.).
- Estudio detallado de todos los elementos de la carrocería sometidos a ruido, los cuales se diseñan con mayor rigidez. Además, se tiene muy en cuenta, la selección de los materiales que están en contacto con la carrocería.
- Diseño aerodinámico.
- Utilización de productos y revestimientos insonorizantes.

Insonorización y aislamiento térmico

Entre los productos y revestimientos, insonorizantes y térmicos más utilizados, se encuentran:

- Revestimientos de material fonoabsorbente de notable espesor para la insonorización del techo.
- Revestimientos de material fonoaislante que se utilizan en el frontal del salpicadero, en los estribos delanteros y traseros, en el interior del capó, sobre las bandejas, sobre los alojamientos de rueda y en los laterales del maletero con paneles compuestos preformados.
- Revestimientos insonorizantes y antivibración (descritos en el tema de uniones pegadas). Estos revestimientos suelen estar fabricados con materiales termofundibles bituminosos, poliuretanos, fieltros, etc., que se fijan sobre determinadas piezas de chapa antes de aplicar la pintura. Las láminas antivibración se fabrican de material rigidizante que evita la creación de ruidos en piezas de gran superficie. En algunos casos, las piezas que impiden que el ruido producido por el grupo motopropulsor y la rodadura se transmitan al interior, se fabrican con espuma fluorada (espuma reciclada sin CFC y algodón) que consigue un efecto «masa-muelle» (Figura 6.218).

© Ediciones Paraninfo

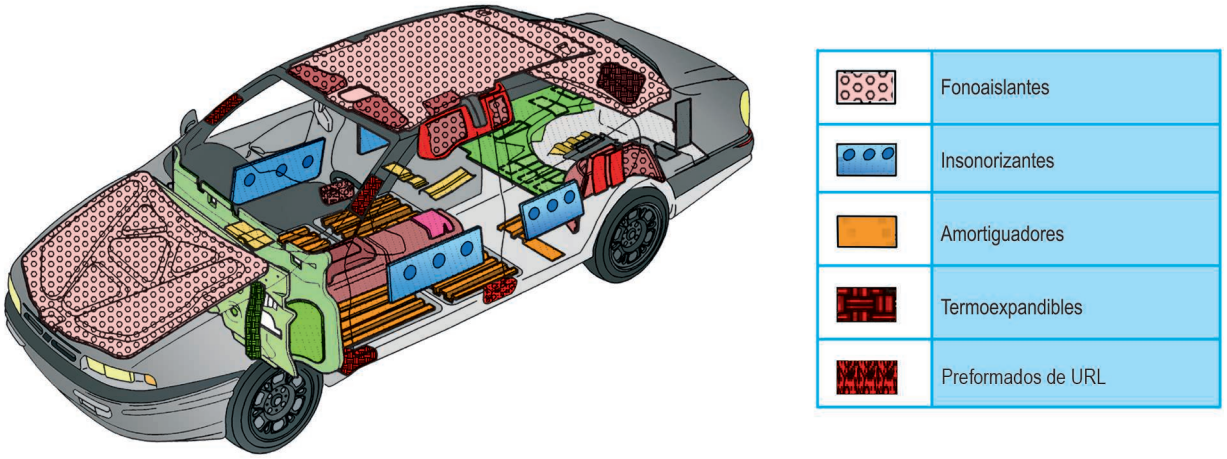


Figura 6.217. **Diferentes revestimientos insonorizantes.**

La función de estos elementos se completa con el empleo de otros productos, que no tienen el carácter de revestimiento, tales como:

- Bloques sintéticos con preforma (de URL) que se introducen en los elementos tubulares de los largueros, para prevenir la transmisión de vibraciones al interior del habitáculo.
- Tapones de plástico termoexpandible (amortiguantes), que se introducen en el interior de los montantes, durante el proceso de cataforesis. Su volumen, en principio de dimensiones reducidas, aumenta unas diez veces (por efecto del calor) hasta llenar completamente el elemento tubular. En algunos casos, incorporan además unas láminas de poliamida para controlar la dirección de la expansión.
- Espumas insonorizantes. Consisten en espumas envasadas al vacío que se introducen por determinados orificios, y cuya función es evitar la transmisión de los ruidos por los cuerpos huecos (estribos, largueros, etc.). Una vez alojados convenientemente, se perfora el envase, provocando la expansión de la espuma insonorizante, que rellena completamente el interior de la pieza hueca.

Estos últimos se describen de una manera más detallada en el libro *Preparación de superficies*.

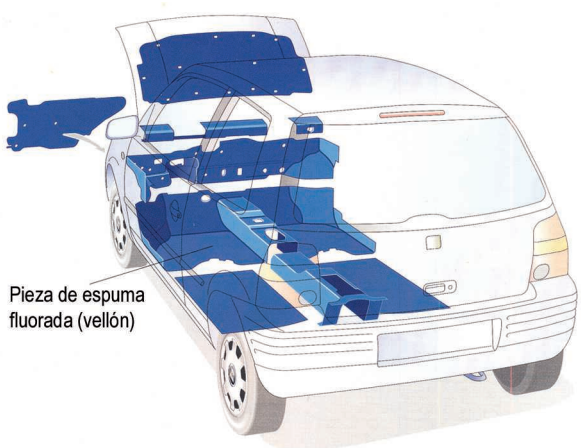


Figura 6.218. **Revestimientos de espuma fluorada.**

6.13. Elementos exteriores

La mayoría de los vehículos incorpora una serie de elementos fijados sobre las piezas exteriores de la carrocería, cuya función principal es embellecer y mejorar la estética de dichas piezas.

Estos elementos pueden resumirse en:

- Molduras.
- Elementos de personalización.
- Anagramas.
- Láminas adhesivas.

6.13.1. Molduras

Son generalmente perfiles de material plástico (con mayor o menor flexibilidad) que cumplen las siguientes misiones:

- Ocultar juntas y uniones.
- Enmarcar las lunas que forman el conjunto del acristalamiento del vehículo.
- Impermeabilizar el interior del vehículo.
- Acentuar la línea de la carrocería.

Las molduras más características son las laterales y las de techo.

© Ediciones Paraninfo

Molduras laterales y de techo

Son bandas decorativas que se colocan habitualmente, de forma longitudinal, sobre las formas más prominentes del lateral de la carrocería; protegiendo asimismo a la chapa de los posibles roces producidos por pequeños impactos de las puertas, paragolpes, etc., de otros vehículos. Las molduras suelen fijarse a la carrocería mediante dos procedimientos:

- **Grapas.** Este sistema de fijación consiste en la utilización de pequeñas piezas de plástico que se interponen entre la moldura y la carrocería, adoptando diferentes disposiciones (Figura 6.219):
  a) La grapa se introduce en una guía lateral de la moldura, y se inserta a presión sobre unos orificios practicados en la chapa.
  b) Esta disposición es muy similar al caso anterior. La diferencia estriba en la colocación de una pieza complementaria (tapa) sobre el orificio de la chapa; de tal manera que la grapa se inserta a presión sobre la citada tapa.
  c) En este caso, la grapa se ensambla a unos «botones» soldados sobre la carrocería (mediante electrodos apropiados, con equipos de soldadura por resistencia). A continuación, se desliza la moldura sobre el conjunto de grapas de la pieza en cuestión.
- **Adhesivos.** Con este procedimiento, la moldura se adhiere mediante productos adhesivos sobre la carrocería.

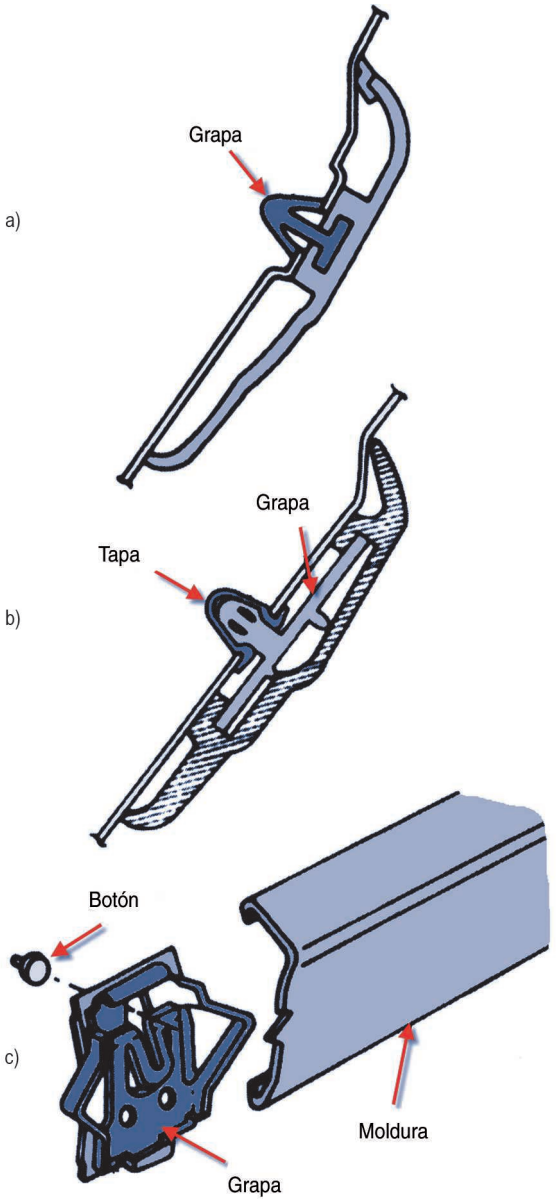


Figura 6.219. Grapas de fijación de molduras.

Desmontaje

Las molduras suelen sustituirse con frecuencia en caso de colisión, ya que se deforman o rompen (según su rigidez) con la pieza sobre la que se fijan.

- **Molduras grapadas.** Para realizar el desmontaje de molduras engrapadas, es recomendable usar el útil apropiado para la extracción de las grapas. En algunos casos, será necesario desmontar el guarnecido interior de las piezas sobre las que se fijan las molduras, para poder acceder al extremo de las grapas (Figura 6.219 a).
- **Molduras pegadas.** Su desmontaje suele realizarse de la forma siguiente:
  1. Calentar la zona de unión entre la chapa y la moldura, para reblandecer el cordón de adhesivo y facilitar su desmontaje. Esta operación debe realizarse con un generador de aire caliente.

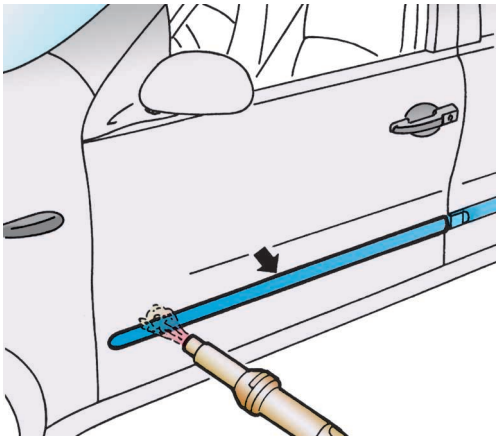


Figura 6.220. Calentamiento de la moldura para reblandecer el adhesivo.

© Ediciones Paraninfo

2. Separar progresivamente la moldura de la carrocería, utilizando una rasqueta de plástico, o cualquier útil similar que no dañe la pintura.

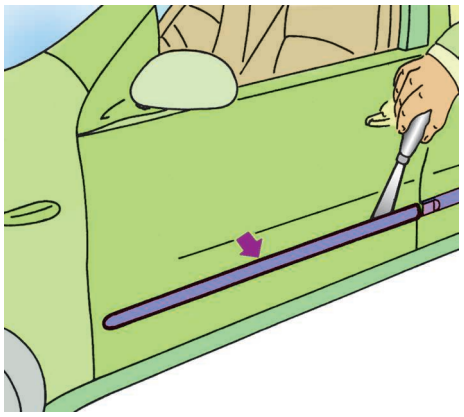


Figura 6.221. Separación de la moldura con una espátula adecuada.

Montaje

Para realizar el montaje de las molduras hay que distinguir entre:

- **Molduras grapadas.** El montaje de las molduras que se fijan mediante grapas no suele presentar mayores problemas que la sustitución de las grapas que se encuentren en mal estado.
- **Molduras pegadas.** Para el montaje de las molduras fijadas mediante adhesivo puede procederse de la siguiente forma:

1. En primer lugar será conveniente eliminar los eventuales restos de adhesivos que puedan quedar sobre la carrocería. Para ello, pueden utilizarse limpiadores adecuados o discos no abrasivos específicos para esta operación, respetando las r. p. m. indicadas para cada tipo de disco.

Figura 6.222. Eliminación del adhesivo con discos específicos.

2. Limpiar y desengrasar escrupulosamente la zona de la carrocería sobre la que se fija la moldura, empleando el desengrasante indicado por el fabricante de la cinta adhesiva. Para evitar daños a la pintura, es conveniente realizar una prueba de limpieza en una zona pintada que se vea poco (como los bajos o la zona interior de la aleta).

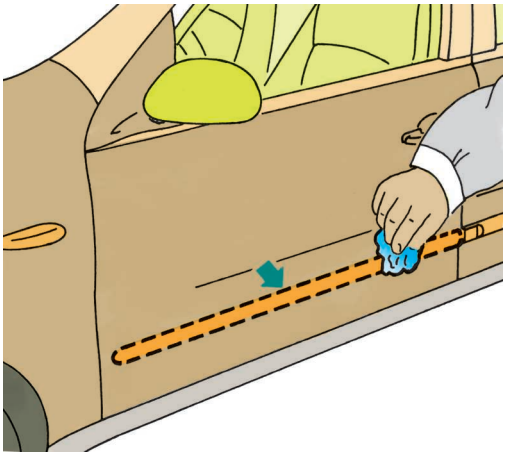


Figura 6.223. Desengrasado de la zona de contacto de la moldura.

3. En el caso de reutilizar las molduras desmontadas, será necesario utilizar cinta adhesiva recuperadora de doble cara para que la moldura disponga de una nueva base adhesiva. En el caso de colocar molduras nuevas, verificar el estado de las películas protectoras, y que la moldura disponga de los elementos de centrado (en su caso).

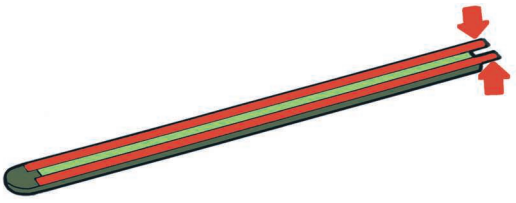


Figura 6.224. Aplicación de cinta de doble cara en molduras reutilizadas.

4. Quitar las películas protectoras y fijar la moldura realizando una ligera presión manual continua a lo largo de toda su longitud, para expulsar las burbujas de aire y garantizar una perfecta adhesión (Figura 6.225).

   En otros casos pueden utilizarse unas ventosas que disponen de un brazo soporte para sujetar las molduras mientras se produce el sacado del adhesivo (Figura 6.226).

© Ediciones Paraninfo

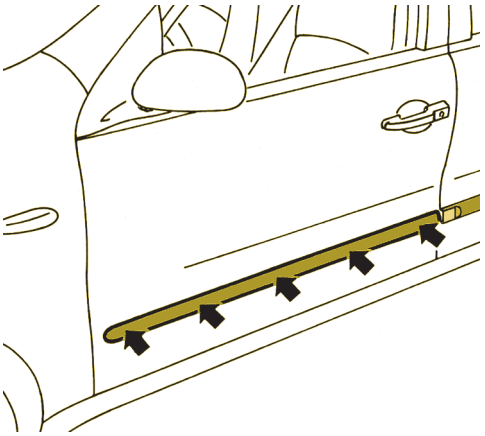


Figura 6.225. Fijación de la moldura ejerciendo presión.

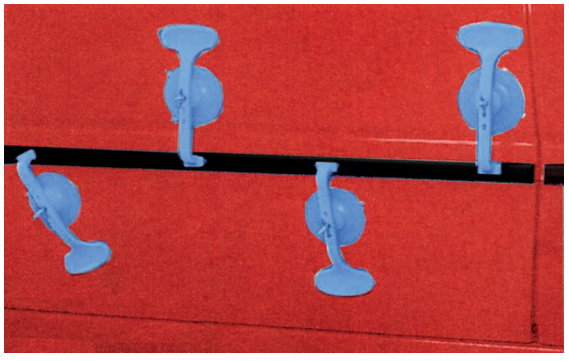


Figura 6.226. Utilización de ventosas para sujetar la moldura mientras «cura» el adhesivo.

6.13.2. Elementos de personalización

Forman un grupo de elementos que se fijan o sustituyen a determinadas piezas de la carrocería, y que aportan a nivel estético, un cierto aire deportivo. Suelen fabricarse de material plástico (poliuretano, poliéster reforzado, etc.). Se comercializan normalmente en forma de kits adaptados a los diferentes modelos de vehículos. A la hora de incorporar estos elementos, hay que tener en cuenta, que algunos de ellos modifican el comportamiento aerodinámico del vehículo.

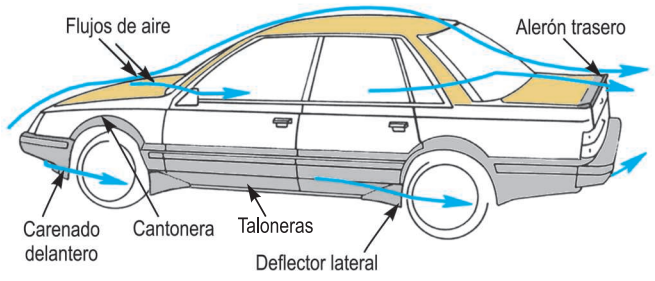


Figura 6.227. Elementos de personalización.

Algunos de estos elementos son:

- **Carenados delanteros.** Suelen integrarse en la estructura de los paragolpes delanteros. Su función, además de la estética, es la de limitar el paso de aire bajo la carrocería. Con esto se reducen las turbulencias inferiores, y se genera el «efecto suelo». Asimismo, encauzan el paso de aire hacia las ruedas delanteras para ventilar los frenos de disco.

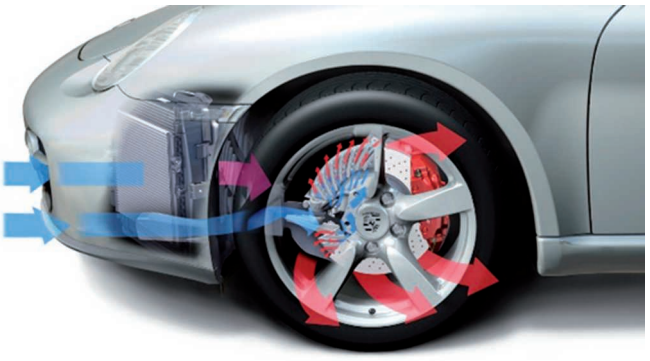


Figura 6.228. Corriente de aire para ventilar los frenos delanteros.

- **Deflectores laterales.** Estos elementos canalizan convenientemente las corrientes de aire para evitar que incidan directamente sobre las ruedas traseras, reduciendo las turbulencias y la resistencia del vehículo al paso de aire.
- **Alerones traseros.** Su función es encauzar la salida del aire, de tal forma que la corriente de aire no origine turbulencias que puedan frenar el avance del vehículo. También mejoran la adherencia del eje trasero.

  Existen de dos tipos, fijos y extensibles, estos últimos normalmente tienen dos modos de funcionamiento: **manual** en el que el alerón se extiende al accionar un interruptor y **automático** donde el alerón se extiende a partir de una determinada velocidad y se retrotrae cuando baja de la velocidad preestablecida por el programa que lo gestiona.
- **Cantoneras de aletas.** Su función es meramente estética en la mayoría de los casos.

Una vez que se han instalado estos elementos sobre la carrocería del vehículo, en algunos casos pueden aparecer ruidos provocados por la modificación de las corrientes de aire.

La fijación de estos elementos se realiza por varios procedimientos:

© Ediciones Paraninfo

Figura 6.229. **Alerón eléctrico extensible.**

Figura 6.230. ***Spoiler* o alerón trasero ajustable.**

- Mediante cinta adhesiva de doble cara.
- Sustituyendo la pieza original, por otra que incorpora el perfil adaptado.
- Practicando orificios sobre la pieza de soporte, a través de los cuales se introducen los correspondientes tornillos o remaches de fijación.

6.13.3. Logotipos

Son, en general, pequeñas piezas de plástico, que identifican mediante números, letras o emblemas, al modelo y fabricante del vehículo. Su fijación suele realizarse mediante productos adhesivos o grapas; por lo que su desmontaje o montaje se realiza de forma similar a las molduras.

6.13.4. Láminas adhesivas

Consisten en unas láminas de carácter decorativo, que mejoran el aspecto estético del vehículo. El sistema de fijación se realiza mediante adhesivo (ya incorporado), y suelen montarse en los marcos de las ventanas, estribos o sustituyendo a las molduras laterales.

6.13.5. *Tuning*

En los últimos años, el sector de la personalización de vehículos ha experimentado un gran auge debido a la creciente afición al *tuning*.

Figura 6.231. **Aspecto exterior de un vehículo *tuning*.**

Bajo este concepto se engloba a los automóviles personalizados. Se pretende así lograr una originalidad del vehículo, apartándose de su apariencia de serie y orientándolo al gusto propio.

Hay diversos estilos de *tuning*, como: Racing, Lowrider, DUB, Hi-Tech, DubToys (un estilo similar al DUB), Importe, Custom, Rat, Barroco, Extreme, JDM o Hot Rod. Cada comunidad posee un estilo diferente y lo aplica a sus vehículos.

Las transformaciones que se realizan a los vehículos se centran principalmente en tres aspectos: modificaciones exteriores de vehículo, modificaciones interiores y modificaciones del grupo motopropulsor.

En cuanto a las primeras, podemos citar:

- Incorporación de «kits de ensanche» para aletas, taloneras, paragolpes, etcétera.
- Sustitución de las puertas transformando su sistema de apertura (deslizante, ala de gaviota, etc.).

Figura 6.232. **Modificaciones en los sistemas de apertura de elementos amovibles.**

© Ediciones Paraninfo

- Sustitución de grupos ópticos.
- Sustitución de llantas.
- Sustitución del escape trasero.
- Sustitución de las lunas por otras tintadas.
- Incorporación de aditamentos aerodinámicos como alerones traseros.
- Sustitución de retrovisores exteriores.
- Sustitución de elementos exteriores (antena, difusores, etc.) por otros cromados o coloreados.
- Pintado de la carrocería con motivos aerográficos y/o diseños adhesivos.

Por lo que a las modificaciones interiores se refiere, entre otras, se suelen realizar:

- Sustitución del volante.
- Sustitución de todos los accesorios interiores (seguros, manillas, etc.) por otros cromados o coloreados.

Figura 6.233. Aspecto interior de un vehículo *tuning*.

Figura 6.234. Aspecto del maletero de un vehículo *tuning*.

Figura 6.235. Aspecto del motor de un vehículo *tuning*.

- Sustitución de alfombrillas por otras compuestas por metal y tela.
- Sustitución de asientos.
- Sustitución del tapizado interior.
- Transformación o sustitución del panel de instrumentos (iluminación, indicadores, etc.).
- Incorporación de un completo equipo de audio.

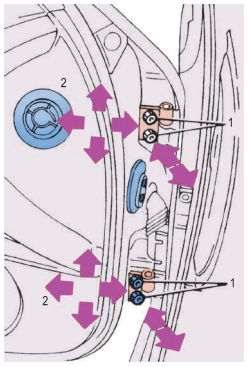
En cuanto a las modificaciones mecánicas, estas pueden ser simples retoques o considerarse reformas de importancia tales como: cambio del sistema de suspensión (neumática), cambio de la gestión electrónica del motor, cambio (cromado o pintado) de algunos elementos periféricos del motor (múltiple de admisión, filtros, etc.), incorporación de nuevos discos de freno, etcétera.

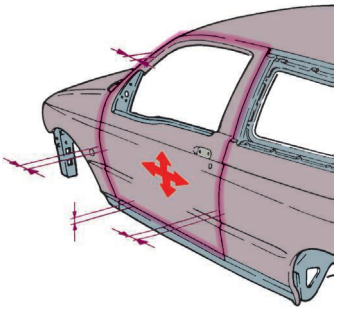
Uno de los principales problemas que presenta el *tuning* es la homologación de las transformaciones realizadas, ya que este requisito es imprescindible hasta para cambiar la matrícula de serie por una pequeña más estética. Si modifica la aerodinámica (con alerones o parachoques), el tamaño de las ruedas (fuera de las equivalentes que vienen reflejadas en la ficha técnica), los anchos de vía, o cualquier otra reforma considerada de importancia, hay que acudir a una empresa que pueda certificar que las modificaciones son correctas, y pasar la correspondiente ITV.

© Ediciones Paraninfo

CUESTIONES

6.1. Explica el proceso genérico para realizar el ajuste de una puerta, utilizando como referencia las figuras adjuntas. En caso de tener que ajustar todos los elementos amovibles exteriores de la carrocería, ¿por cuál se debería comenzar? Razona la respuesta.





6.2. ¿Qué tipo de anomalías puede ocasionar la aparición de silbidos de aire durante la marcha del vehículo?

6.3. ¿En qué consisten los cables tipo Bowden? Resume las ventajas que aporta la utilización de este tipo de cables frente a los sistemas de varillaje.

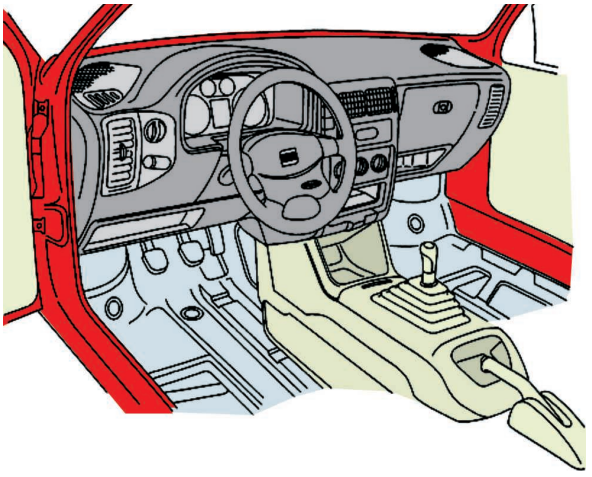
6.4. Describe paso a paso las operaciones que hay que efectuar para realizar el desmontaje de un cristal de puerta, cuyo mecanismo elevador es de tipo deslizadera.

6.5. ¿Qué se entiende por «luces» en la terminología de ajuste de elementos amovibles?

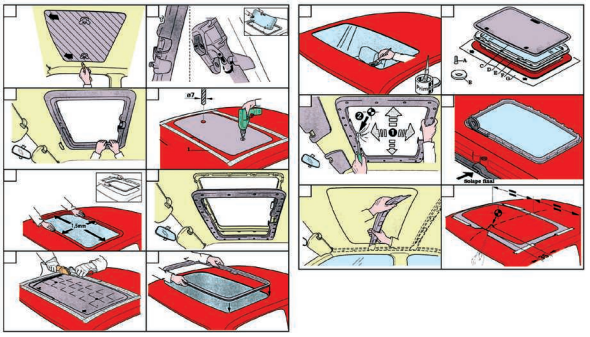
6.6. Enumera los métodos habituales para localizar las filtraciones de agua. Resume brevemente cada uno de ellos.

6.7. Indica cuáles son los principales métodos que se emplean para insonorizar el habitáculo.

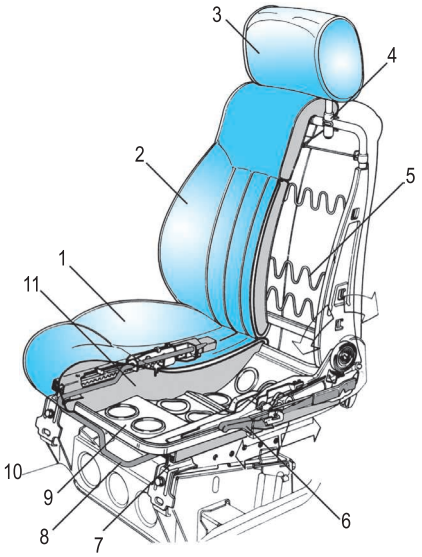
6.8. Determina el proceso operativo para realizar el desmontaje de un panel de instrumentos. Para ello, utiliza la figura siguiente, señalando mediante números, el orden correcto de desmontaje.



6.9. Utilizando la siguiente figura, enumera en el orden correcto la secuencia gráfica del montaje de un techo solar.



6.10. Identifica los componentes del asiento de la figura siguiente.



© Ediciones Paraninfo

ACTIVIDADES FINALES

Elementos amovibles

6.11. Nombra y define los conjuntos de elementos y dispositivos que incorpora una puerta por las misiones que desarrollan.

6.12. ¿Qué es una bisagra?

6.13. ¿Qué es el tirante de freno de una puerta?

6.14. Nombra y define los dos sistemas de unión más extendidos para fijar cada una de las placas de la bisagra a las puertas y al pilar.

6.15. Nombra los tipos de accionamiento del mecanismo de elevalunas.

6.16. Nombra las piezas o mecanismos de un conjunto de cierre de puerta.

6.17. ¿Cuál es la función del conjunto de cierre del capó? Enumera las piezas que lo componen.

6.18. ¿Qué es una aleta delantera?

6.19. Describe qué es el frente delantero.

6.20. Anota los elementos pertenecientes a diferentes conjuntos y dispositivos del frente delantero.

6.21. ¿Qué son las galgas de reglaje de luces empleadas para el ajuste del capó?

6.22. ¿Qué son y para qué se utilizan los sacagrapas? Indica las ventajas que ofrecen.

6.23. ¿Por qué se emplean selladores intermedios cuando se unen piezas de aluminio y acero?

6.24. ¿Por qué no se suelen emplear uniones atornilladas para fijar las piezas exteriores?

6.25. ¿Qué sistemas o elementos emplean los paragolpes para conseguir un aumento aceptable del nivel de absorción de energía?

6.26. Enumera los revestimientos interiores más habituales de un automóvil.

6.27. ¿Qué son las molduras y qué misiones cumplen?

6.28. Define qué es el *tuning*.

ACTIVIDADES PROPUESTAS

6.1. Realiza el proceso de desmontaje, montaje y ajuste de un capó, marcando previamente la posición de las bisagras. Vuelve a desmontar el capó, e intenta ajustarlo sin marcar el contorno de las bisagras. Analiza los resultados obtenidos.

6.2. Desmonta completamente el bombín de una cerradura, e intenta recuperar la configuración primitiva, mediante el código de posicionamiento (siempre y cuando dispongas de la información al respecto).

6.3. Realiza, junto con un compañero, el desmontaje de los mecanismos elevalunas de dos puertas distintas. A continuación, intercambiar las mismas, e intentar su montaje (analizando su funcionamiento y configuración). En caso necesario, puede utilizarse documentación técnica adecuada.

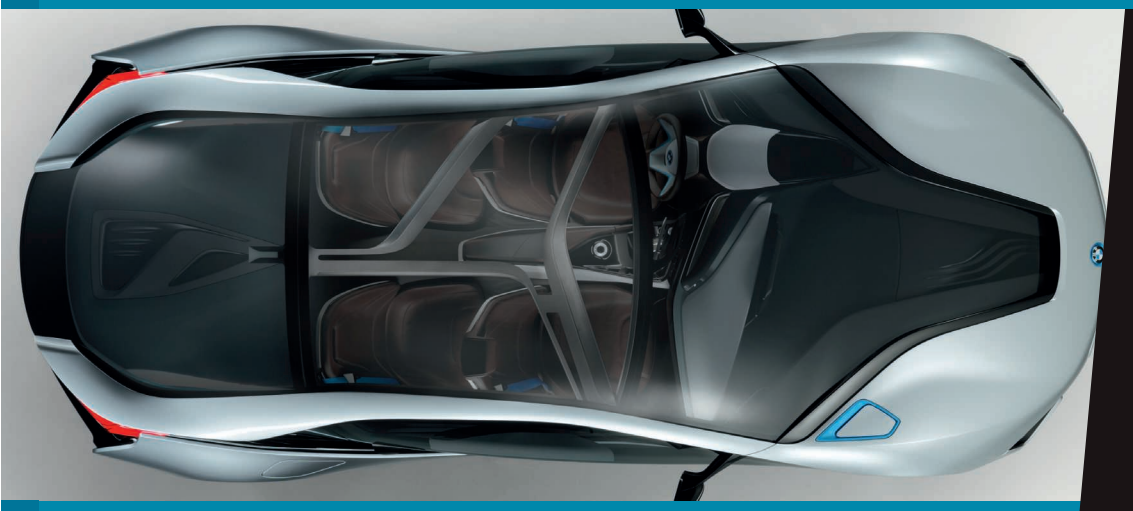
6.4. En función de la disponibilidad de los vehículos del taller del centro educativo, realiza varios procesos de desmontaje, montaje y ajuste de distintos elementos amovibles: puertas, revestimientos, molduras, etcétera.

6.5. Sobre un vehículo de los utilizados para realizar prácticas de taller, realiza un pequeño orificio o corte en algún punto de la carrocería (canales vierteaguas, molduras de estanqueidad, etc.), para verificar la eficacia de los métodos de diagnóstico de filtraciones, mencionados en esta unidad.

6.6. Observa algún vehículo que incorpore elementos exteriores de personalización (cantoneras, deflectores, etc.). Analiza su sistema de montaje/desmontaje, y si su empleo puede modificar de alguna manera las características dinámicas del vehículo.

© Ediciones Paraninfo

Lunas



7

CONTENIDOS

7.1. El vidrio
7.2. Lunas calzadas
7.3. Lunas pegadas
7.4. Reparación de lunas laminadas
7.5. Lunas tintadas

OBJETIVOS

- Conocer las características más importantes del vidrio a nivel de composición, así como el proceso de fabricación.
- Conocer las distintas variedades de vidrios para automóviles.
- Identificar algunas de las características más importantes de los vidrios del automóvil, a través del sello serigrafiado de homologación.
- Determinar el método idóneo de extracción de los diferentes cristales o lunas del vehículo, en función del tipo de montaje o configuración.
- Conocer las propiedades y características más importantes de los adhesivos de lunas (poliuretanos).
- Conocer el proceso y las diferentes técnicas involucradas en la aplicación de los adhesivos.
- Determinar el grado de reparabilidad de una luna laminada.
- Identificar los diferentes tipos de roturas más frecuentes.
- Conocer el proceso y las diferentes técnicas involucradas en la reparación de lunas laminadas.
- Aplicar las normas de seguridad e higiene, apropiadas a cada intervención.

Introducción

El conjunto de elementos que conforman el acristalamiento general del vehículo ha experimentado una gran evolución con el paso del tiempo; sobre todo, a nivel de prestaciones, diseño y material de fabricación.

Desde hace unos años, los fabricantes han apostado por el aumento de las superficies acristaladas. Por ello, proliferan los parabrisas inclinados, los techos acristalados panorámicos y las lunetas traseras con formas complejas y cada vez más sofisticadas. También se utilizan cada vez más los parabrisas atérmicos que limitan el calor en el interior del habitáculo. Otras innovaciones son la incorporación de antenas de radio, de teléfonos y de sistemas de navegación, al igual que sensores de lluvia. Incluso existe hoy una tecnología derivada de la aviación, gracias a la cual la información fundamental para la conducción (velocidad, navegación, etc.) se proyecta en el parabrisas mediante un ingenioso sistema de visualización que permite mantener la mirada en la carretera.

Figura 7.1. **Acristalado de un vehículo.**

Inicialmente, la estructura resistente de los vehículos estaba basada en la «robustez» de los montantes y de los refuerzos del techo, por ello los cristales del vehículo (sobre todo la luna delantera «parabrisas»), se fabricaban de reducidas dimensiones y con formas muy planas; fijándose a la carrocería mediante perfiles de caucho. En la actualidad, las modernas tecnologías de fabricación permiten el diseño de cristales con formas más curvadas, que mejoran de forma notable la aerodinámica, la estética, y la visibilidad del vehículo.

Asimismo, la fijación mediante adhesivos, convierte al cristal en un elemento sustentador de la estructura de fijación, lo que proporciona una mayor rigidez al conjunto de la estructura resistente. Este hecho permite que los montantes y refuerzos del techo se fabriquen con formas más estilizadas (sin disminuir la resistencia a la torsión de la carrocería), lo que redunda en una disminución de peso y en un aumento de la superficie acristalada que permite la reducción de los ángulos de escasa visibilidad.

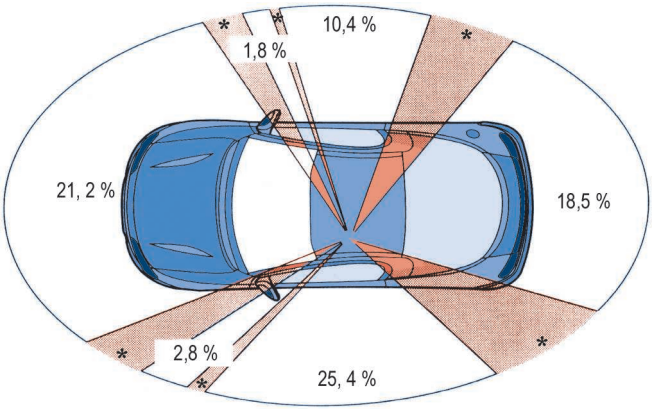


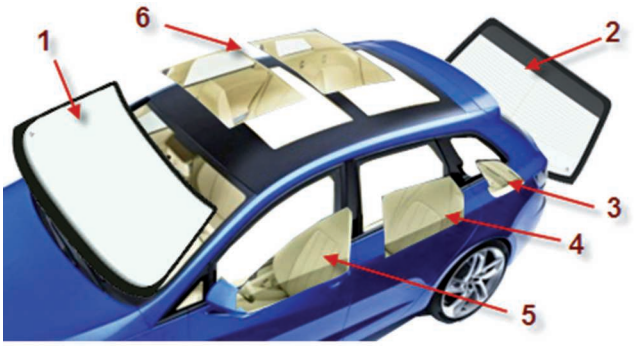
Figura 7.2. **Visibilidad de la superficie acristalada. Las zonas con * representan los ángulos muertos (nula visibilidad).**

Este sistema de fijación evita también la separación de las lunas de sus alojamientos en los marcos de la carrocería, en caso de montajes incorrectos o disparo de los dispositivos airbag.

Según la directiva 92/22/CEE de la Unión Europea, los vidrios que forman parte del acristalamiento del automóvil (especialmente las lunas parabrisas) deben cumplir una serie de especificaciones entre las que se encuentran:

- En caso de rotura de la luna parabrisas, el conductor debe continuar viendo con suficiente claridad.
- Soportar agresiones de productos químicos.
- En caso de rotura, deben reducir al máximo las lesiones a los ocupantes del vehículo.
- Presentar una transparencia determinada, que permita una visión perfecta que no distorsione los objetos ni confunda los colores.
- Deben soportar los esfuerzos y las tensiones que se generan durante el normal funcionamiento del vehículo.

© Ediciones Paraninfo



1. Parabisas.
2. Luneta trasera.
3. Cristal lateral de custodia.
4. Cristal de puerta trasero.
5. Cristal de puerta delantero.
6. Techo solar.

Figura 7.3. Elementos del acristalado del vehículo.

7.1. El vidrio

El vidrio es un producto industrial transparente que se obtiene a partir de la fusión de una mezcla compleja de materias primas.

7.1.1. Composición

El vidrio está compuesto por diversos minerales:

- Sílice.
- Óxido de sodio.
- Óxido de potasio.
- Óxido de calcio.
- Óxidos metálicos.

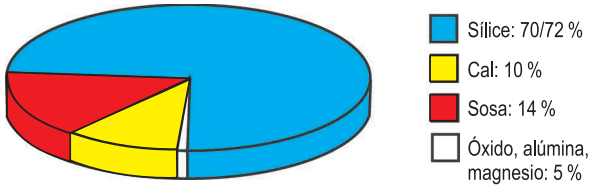


Figura 7.4. Composición del vidrio.

Tomando como referencia estos minerales, en la fabricación del vidrio han de tenerse en cuenta tres elementos básicos:

- **Vitrificantes.** Son elementos que se incorporan a la fusión para que el vidrio obtenido presente buena transparencia ultravioleta y soporte bruscos cambios de temperatura. El material vitrificante por excelencia es el sílice (SiO_2) que se introduce en forma de arena.
- **Fundentes.** Se utilizan para disminuir el punto de fusión del conjunto de minerales, ya que el sílice tiene un punto de fusión muy alto ($>1650\,^{o}C$). Los elementos fundentes más utilizados son el sodio o el potasio bajo forma de sulfato o de carbonato.
- **Estabilizantes.** Estos productos se emplean para que la mezcla de minerales se convierta en insoluble. Además, confieren al vidrio una mayor resistencia. El estabilizante más frecuente es el calcio en forma de carbonato ($CaCO_3$).

Además de los elementos relacionados, los óxidos etálicos le proporcionan determinadas características al vidrio como: el color deseado, la resistencia a los agentes atmosféricos, etcétera.

7.1.2. Características

Algunas de las características más importantes del vidrio son:

- **La resistencia a la rotura.** En los cristales templados suele ser de 1600 kg/cm^2, y en el caso de los cristales laminados es de 100 kg/cm^2.
- **Su comportamiento energético.** Las características energéticas del vidrio varían bastante en función del color y de su espesor. En principio, la energía transmitida es, aproximadamente, 1/3 del total. La energía luminosa incidente se descompone en: energía reflejada (R), energía transmitida (T) y energía absorbida (A); según la siguiente expresión:

$$R + A + T = 1$$

A su vez, la energía entrante es igual a la suma de la energía absorbida y la energía transmitida.

$$E = A + T$$

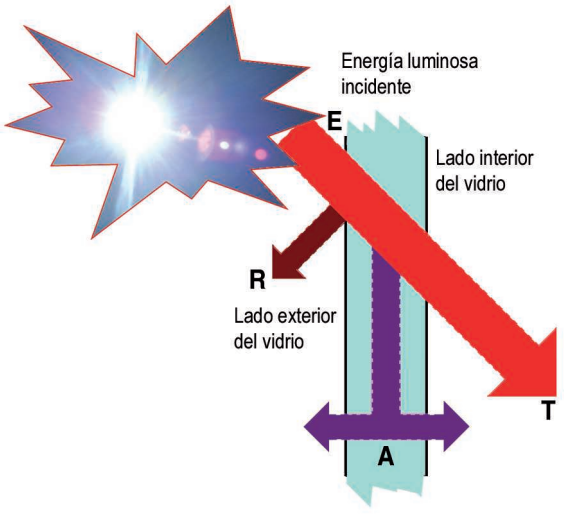


Figura 7.5. Comportamiento energético del vidrio.

© Ediciones Paraninfo

En la Tabla 7.1 se comparan (a modo de ejemplo sobre un cristal de 3 mm de grosor) las características que presentan la variedad de vidrios relacionados.

Tabla 7.1.

Tipo de vidrio	Transmisión luminosa	Absorción luminosa
Incoloro	0,91	0,01
Verde plus +	0,81	0,11
Verde plus + +	0,75	0,18
Bronce	0,78	0,15

En ciertos vidrios se indica su porcentaje de transparencia mínima:

- Superior al 75 % en lunas parabrisas.
- Superior al 70 % en lunas no parabrisas.
- Inferior al 70 % en lunas no parabrisas situadas en lugares que no afecten a la visión del conductor.

El vidrio utilizado en los vehículos ha de ser de una calidad perfecta, tanto en planimetría como en color, denominándose habitualmente «calidad automóvil».

Los colores más usuales son:

- Incoloro.
- Verde.
- Bronce.
- Azul.
- Gris.

Los espesores estándar son los siguientes:

- Parabrisas (laminados): 2,5 + 0,76 + 2,5 mm (vidrio + PVB + vidrio).
- Laterales: 3 mm.
- Custodias y deflectores móviles: 4 mm.
- Lunetas: 3 mm.

7.1.3. Formas de los vidrios

Los avances experimentados en la tecnología que permite conseguir distintos tipos de curvaturas en los vidrios han permitido diseños más atrevidos en las formas de los mismos. A nivel general, las formas más comunes son (Figura 7.6):

- Plana (a).
- Cilíndrica. Con uno (b), o con varios (c) radios de curvatura.
- Cónica (d).
- Esférica (e).

Por otro lado, las manufacturas a que son sometidos los vidrios del automóvil son (Figura 7.7):

- Parabrisas y lunetas: arista abatida (1) o canto plano (2).
- Laterales: canto redondo (3).

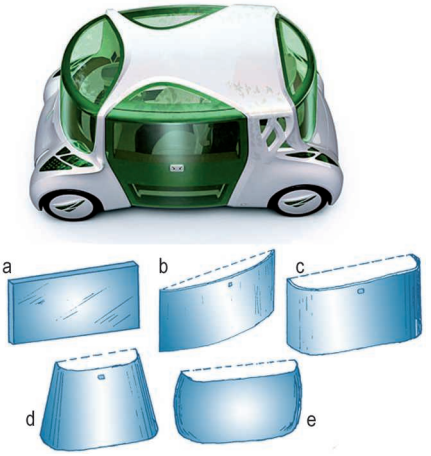


Figura 7.6. Formas más comunes de los vidrios.

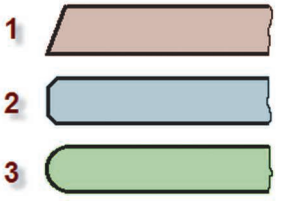


Figura 7.7. Tipos de manufacturas de los vidrios.

7.1.4. Tipos de vidrios

Templados

El vidrio templado se fabrica a partir de una lámina de vidrio a la que se somete a un proceso de templado mediante el cual su superficie se comprime fuertemente para que adquiera una elevada resistencia mecánica. Este sistema de fabricación evita las aristas cortantes que se generan al romperse el cristal. El principal inconveniente que presenta el vidrio templado es que en el caso de rotu-

Figura 7.8. Forma en la que se fragmenta un vidrio templado.

© Ediciones Paraninfo

ra, se fragmenta en una multitud de pequeños trozos de aristas redondeadas que dificultan enormemente la visión a través de la luna parabrisas, y que pueden proyectarse sobre los ocupantes pudiéndoles causar serias lesiones.

Con este tipo de vidrio, suelen fabricarse las lunetas y los cristales laterales del vehículo.

Laminados

El vidrio laminado se fabrica a partir de dos láminas de vidrio, pegadas fuertemente a una lámina intermedia de material plástico PVB (polivinilbutiral), que posee un alto grado de elasticidad. En caso de rotura, la luna no cede, ya que los fragmentos de vidrio quedan adheridos a la lámina intermedia manteniendo la posición y conservando la visibilidad a través de la luna. Además, ofrece un gran nivel de protección en caso de impacto con la cabeza. Gracias a la lámina intermedia, este vidrio posee cierta capacidad para la absorción de impactos.

En la actualidad, la mayoría de los parabrisas se fabrican mediante este procedimiento.

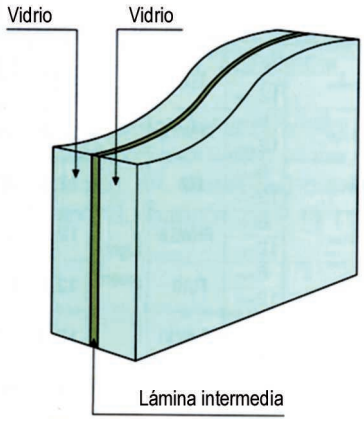


Figura 7.9. Estructura de un vidrio laminado. El grosor de la lámina intermedia suele ser de 0,76 mm. El grosor del parabrisas de los automóviles suele estar comprendido entre 4,2 y 4,8 mm. En el caso de camiones y autobuses, el grosor suele ser de 6 a 9 mm.

Los vidrios laminados para parabrisas pueden incorporar los siguientes elementos:

1. Serigrafía. Es un proceso anterior al calentamiento y conformación del vidrio, que tiene por objeto incorporar un circuito serigrafiado a la pieza de vidrio. En el caso del vidrio templado este proceso se lleva a cabo mediante una pantalla o plantilla, sobre el que se deposita una pintura (que impregna el vidrio) para quedar vitrificada en el posterior proceso de calentamiento (debido a su composición química).

Existen dos tipos de circuitos serigrafiados, que se incorporan sobre al parabrisas o sobre la luneta trasera. Estos circuitos son:

– Térmicos. Se utilizan para el desempañamiento del parabrisas o de la luneta trasera fundamentalmente.

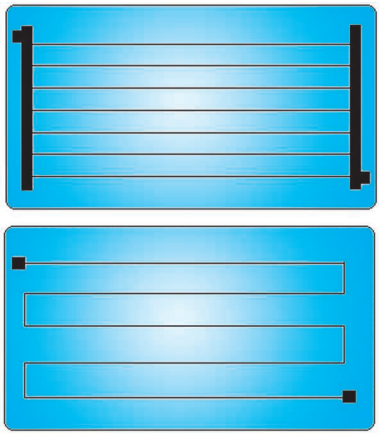


Figura 7.10. Vidrios calefactados con circuito térmico impreso serigrafiado.

– Antenas. De forma general, este circuito se incorpora fundamentalmente a los parabrisas.

Figura 7.11. Circuito impreso de antena serigrafiado sobre el vidrio.

En la actualidad, los parabrisas también incorporan serigrafía para proteger al cordón de

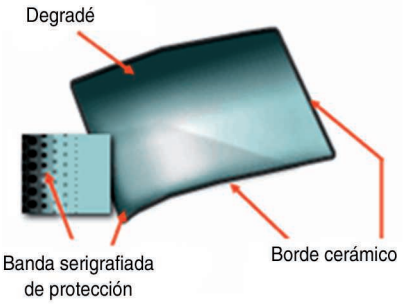


Figura 7.12. Vidrio con banda serigrafiada para proteger al adhesivo.

© Ediciones Paraninfo

adhesivo de lunas de la acción de los rayos ultravioletas de la luz solar (complementada con la aplicación de una capa de imprimación).

2. **Hilo térmico (microhilo).** En el caso de vidrios laminados, consiste en una serigrafía incorporada al PVB, formada por una serie de hilos de tungsteno o níquel, de 10 a 30 micras de diámetro; lo que les hace prácticamente invisibles al ojo humano.

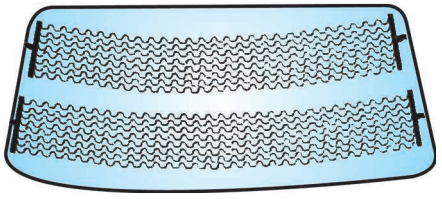


Figura 7.13. Vidrio calefactado con microhilo.

3. **Sensor de lluvia.** Se trata de un dispositivo capaz de «leer» la cantidad de agua de lluvia depositada sobre el parabrisas para ajustar en consecuencia la cadencia del barrido de las escobillas limpiaparabrisas. Esto permite un funcionamiento perfectamente automático para mantener la plena visibilidad a través del parabrisas durante la conducción bajo lluvia. Este sensor se coloca por la parte interior del parabrisas y cuenta con un emisor y un receptor de infrarrojos.

Figura 7.14. Sensor de lluvia.

4. **Sekuriflex.** Es una lámina de plástico que se incorpora en la cara interna del vidrio (hacia el vehículo), cuya función es retener las partículas de cristal (evitando su proyección hacia el interior del habitáculo en caso de rotura).
5. **Embasse.** Consiste en la pieza soporte del retrovisor interior, que se fija sobre un rectángulo serigrafiado que evita la acción de los rayos ultravioleta sobre el adhesivo de fijación.
6. **Degradé.** Consiste en una banda verde, azul, o bronce, propia de PVB, que suele incorporar el vidrio en su parte superior para reducir las molestias de la luz directa durante la conducción.
7. **Perfiles premontados.** En general, son vidrios a los que en el proceso de fabricación se les añaden los accesorios necesarios (molduras, juntas, bisagras, soportes, cables, etc.) para que no sea necesaria ninguna operación adicional en la fase de montaje en la cadena. Además, con el montaje de todos los accesorios en origen, se logran conjuntos más compactos (sin ruidos ni vibraciones) y pueden conseguirse diseños aerodinámicos más atrevidos. Entre este tipo de vidrios se encuentran:
   - Los vidrios que incorporan los embellecedores y molduras (vidrios encapsulados).
   - Los vidrios que incorporan perfiles perimetrales de goma, que se aplican al mismo una vez finalizados todos los procesos de fabricación. Debido al método de fabricación (extrusión o inyección), la junta premontada puede incorporar las calas o topes de ajuste, tornillos, o cualquier otro elemento complementario.

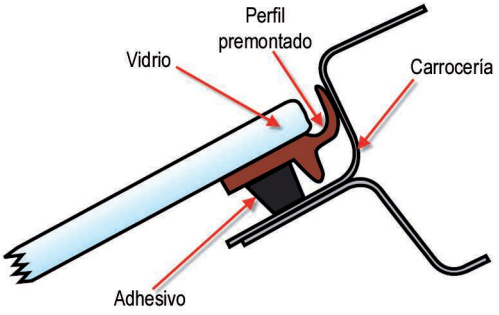


Figura 7.15. Vidrio con perfil premontado.

Vidrios especiales

En este grupo, se encuentran los vidrios que no suelen ser habituales, pero que los incorporan algunos vehículos por razones de seguridad o de confort. Entre los más importantes se encuentran los siguientes:

- **Blindados STADIP.** Se fabrican especialmente para vehículos oficiales o especiales. Su proceso de fabricación se realiza partiendo de tres o más hojas de vidrio y de PVB, debiendo pasar homologaciones y pruebas especiales.

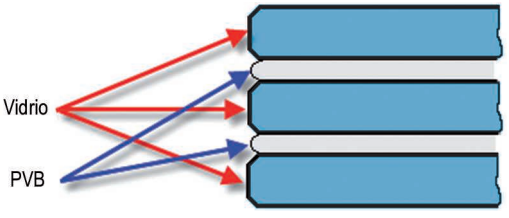


Figura 7.16. Vidrio blindado.

- **Doble acristalamiento Climalit.** Es un tipo de cristal formado por dos vidrios con una cámara de aire estanca, utilizados en autobuses y vehículos de alta gama.

© Ediciones Paraninfo

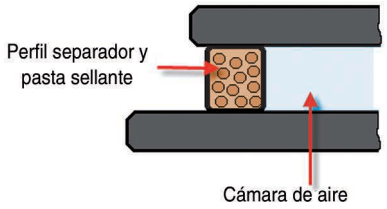


Figura 7.17. Vidrio aislante Climalit.

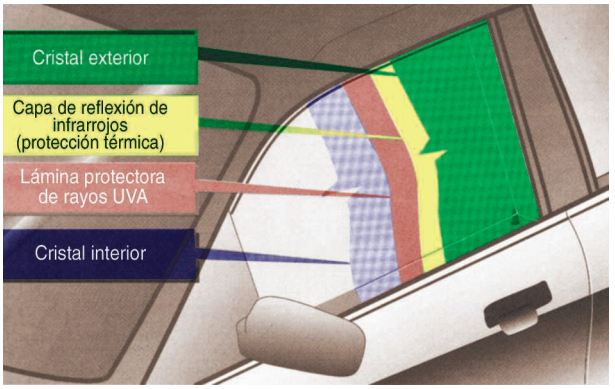
- **Vidrios con tratamiento para el agua.** Estos vidrios reciben un tratamiento superficial para disminuir la adherencia del agua, favoreciendo su eliminación mediante el flujo de aire de la marcha.
- **Vidrios atérmicos (de protección solar).** Son unos vidrios especiales para aumentar el confort, que disponen de un tratamiento en la cara externa para reflectar la acción de los rayos solares y evitar así una mayor transmisión térmica. Algunos de los vidrios pertenecientes a esta familia (fabricados por el grupo Sekurit Saint Gobain) son: Sekurisol, Thermo Control y Parsol Plus.

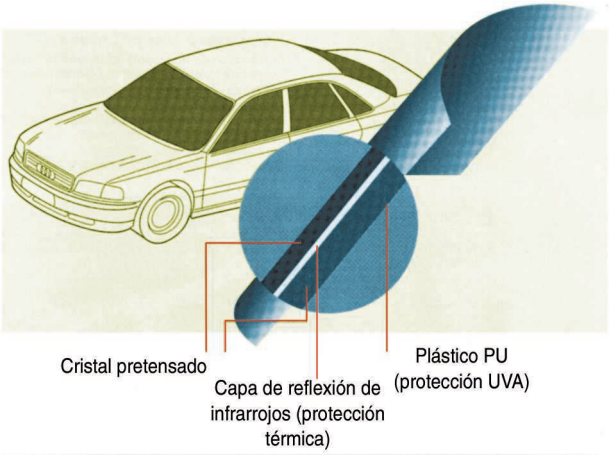
  Las características generales comunes a todos ellos pueden resumirse en las siguientes:
  - Reducen la transmisión de la luz solar, en aproximadamente, un 50 % en comparación con un vidrio incoloro.
  - Reducen la radiación solar, principalmente en la región próxima al infrarrojo.
  - Incremento del confort climático en el interior del vehículo (puede reducirse la potencia del aire acondicionado).
  - Reducción de la transmisión de rayos ultravioleta.
  - Aumentan la duración de los materiales sintéticos (plásticos) del interior del habitáculo.
  - Posibilitan un aumento de la superficie acristalada.
- **Vidrio insonorizador.** Pertenece asimismo a la categoría del acristalado de confort (acristalado de seguridad estratificado, ASE). Dispone de un recubrimiento (Planilux) de varias capas con plata como capa básica. Debido a que las capas están estratificadas, se encuentran protegidas constantemente contra la corrosión y el rayado.

  Este tipo de vidrio suele tener una estructura estratificada. Adicionalmente, puede incorporar, al vacío, una capa de reflexión térmica de rayos infrarrojos en la cara interna del parabrisas. En los cristales de puertas se suele utilizar vidrio pretensado parcialmente de forma térmica (TVG) para aumentar su resistencia mecánica, debido a los grandes esfuerzos que debe soportar cada vez que se cierran las puertas (evitando, por tanto, su rotura).

Además de las características relacionadas en los vidrios atérmicos, este tipo de vidrios presentan las siguientes propiedades:

- Reducción del empañado.
- Más reducción de ruidos, y por tanto menos ruidos molestos del exterior. La reducción de ruidos es de aproximadamente 3 dB, lo que significa una reducción de un 50 % del volumen de ruidos del exterior con relación al acristalado tradicional.





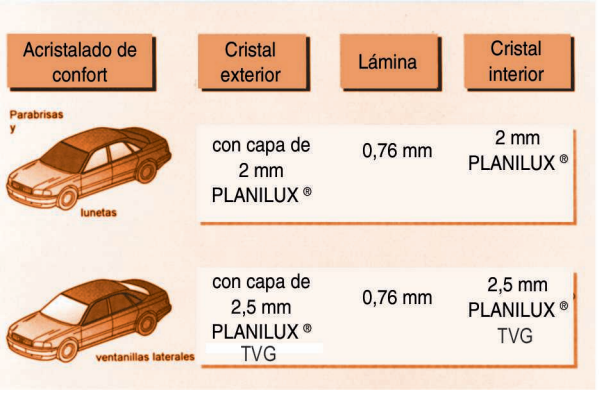


Figura 7.18. Características del vidrio insonorizador.

© Ediciones Paraninfo

– Mayor seguridad antirrobo debido a la lámina incorporada.
– Sistema de retención activo en caso de accidente.
– Se hacen posibles otras funciones, como antena, calefacción para evitar el empañado, etc.

• Además de los anteriores, hay vidrios que incorporan sensores, elementos de comunicaciones integrados o pantallas de visualización de datos.

Los diferentes tipos de vidrios se identifican con un símbolo situado junto a la marca de homologación.

Tabla 7.2.

Símbolo	Tipo de vidrio
I	Vidrio templado
IP	Vidrio templado recubierto (*)
II	Vidrio laminado
II/P	Vidrio laminado recubierto (*)
III	Vidrio laminado tratado (**)
III/P	Vidrio laminado tratado recubierto (*)
IV	Luna de plástico
V	Vidrio no parabrisas, con coeficiente de transmisión regular de luz inferior al 70 % en lugares no fundamentales para la visión del conductor (techo panorámico)
VI	Doble acristalamiento (vidrio no parabrisas)
VII	Vidrio con temple uniforme para vehículos que no superan los 30 km/h
Sin clave	Vidrio no parabrisas con coeficiente de transmisión regular de luz superior al 70 %
Observaciones	(*) Recubierto interior de plástico (**) Cuando ha sufrido un tratamiento especial, al menos una de sus láminas

En algunos casos los fabricantes de lunas utilizan símbolos para hacer referencia al tipo de vidrio en cuestión:

Tabla 7.3.

Vidrios de control atmosférico		Vidrios de control visual	
	Vidrio con termocontrol y filtro UV		Vidrio hidrófugo
	Vidrio con control solar (atérmico)		Vidrio calefactable (térmico)
	Vidrio de tonalidad ajustable		Vidrio antirreflectante
Vidrios de seguridad			
	Vidrio de seguridad		Vidrio de protección contra el robo
Vidrio de confort acústico		**Vidrio modular**	
	Vidrio de aislamiento acústico		Vidrio con antena integrada

© Ediciones Paraninfo

7.1.5. Proceso de fabricación

El proceso de fabricación de un vidrio para automóvil varía en función de que sea del tipo templado o laminar. Además, el proceso de fabricación también varía según sea la función de la pieza obtenida: parabrisas, cristal lateral o luneta. Como se mencionó anteriormente, el vidrio se obtiene mediante la fusión de ciertos minerales. Cuando se produce la fusión, el vidrio se encuentra en estado líquido, a continuación se transforma en una masa viscosa que solidifica al completarse su enfriamiento; fase en la que adquiere las propiedades de dureza y rigidez específicas.

La descripción de los procesos de fabricación se realizará tomando como base el parabrisas, por ser el elemento cuyo proceso es más laborioso.

Fabricación del vidrio templado

En este proceso, la pieza sufre tres transformaciones antes de obtener el producto final:

- **Calentamiento.** Se realiza generalmente en la parte inferior de un horno de fosa, a unos 700 °C.
- **Conformación.** En este proceso, la pieza obtiene la forma aproximada mediante el empleo de útiles especiales.
- **Enfriamiento brusco (templado).** Variando bruscamente la temperatura, se generan unas tensiones determinadas en el vidrio, que le confieren su endurecimiento característico. En esta fase, el enfriamiento se realiza de forma diferente en función del vidrio de que se trate: luneta y laterales, o parabrisas. En el caso de este último, se trata de obtener un vidrio templado diferencial, es decir, un vidrio que al romper dispondrá de una zona de mejor visibilidad que abarcará como mínimo un 16 % del total del parabrisas, y que tendrá unas dimensiones de 50 × 20 cm (situada frente al conductor).

Fabricación del vidrio laminado

La principal diferencia respecto al proceso anterior, radica en que en este caso, la pieza no sufre un enfriamiento brusco. El proceso de fabricación consta de las siguientes fases:

- **Corte y serigrafía.** En primer lugar, se recortan grandes paneles de vidrio en bruto, con el tinte y las cualidades ópticas del futuro parabrisas, según las dimensiones requeridas y luego se moldean los bordes. Una vez lavado y secado el vidrio, se aplica una serigrafía utilizando la técnica de la plantilla. Al término de la misma, los vidrios están listos para someterse al proceso de moldeo.
- **Moldeo.** El par de vidrios que constituye el futuro parabrisas laminado se instala en un armazón y se transfiere a un horno, donde se somete a un proceso de moldeo por gravedad. Dentro del mismo, la temperatura va subiendo gradualmente hasta alcanzar aproximadamente los 700 °C, punto en el cual las hojas de vidrio se curvan sobre el armazón de metal por efecto de la gravedad, adquiriendo así la forma deseada del parabrisas.
- **Ensamblaje.** Una vez enfriados, los dos vidrios se separan, intercalándose entre ellos una lámina de PVB (Polivinil Butiral) dentro de una cámara estéril para evitar las impurezas y con una adecuada

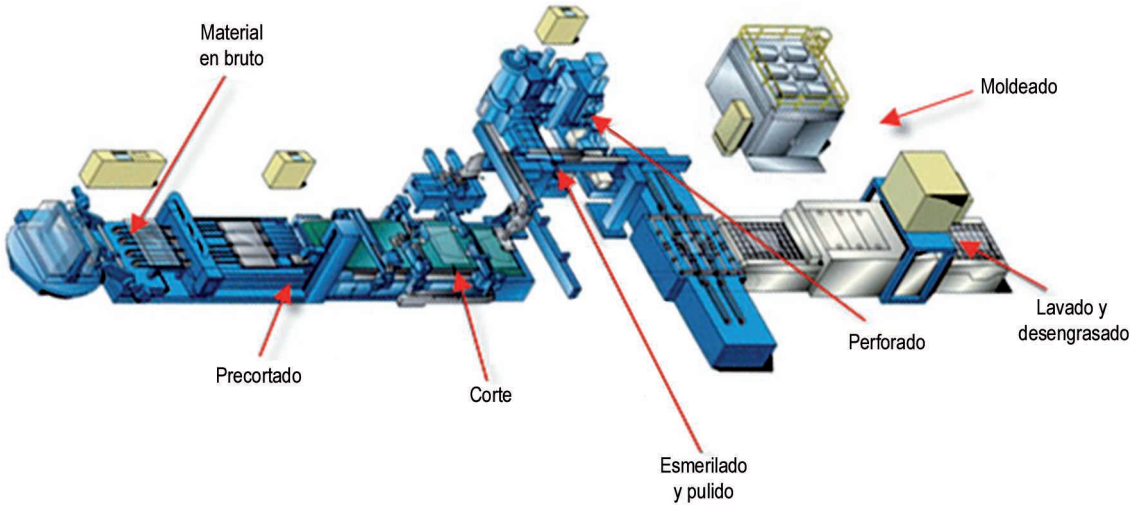


Figura 7.19. Fabricación del vidrio laminado. Corte y moldeo.

© Ediciones Paraninfo

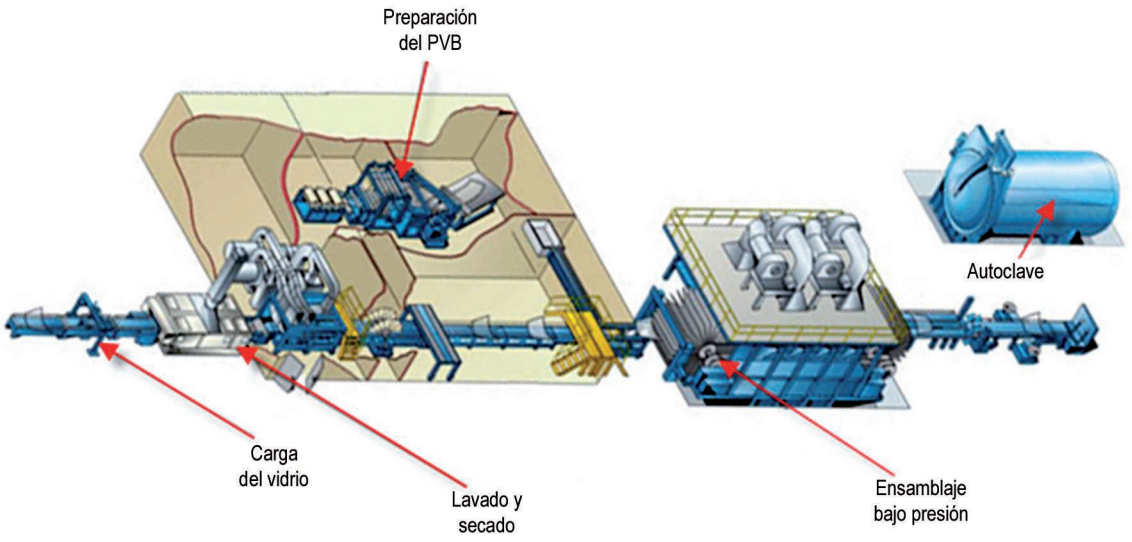


Figura 7.20. Fabricación del vidrio laminado. Ensamblaje.

temperatura y humedad para mantener la lámina de PVB en perfecto estado de maleabilidad. Acto seguido, se adhieren las tres piezas y se someten a cocción en un horno autoclave presurizado a 12 bares, a una temperatura de 140 °C, que provoca un homogéneo reparto de tensiones, una unión perfecta entre vidrio/PVB/vidrio y su total transparencia.

En la actualidad, en la fase de fabricación se suelen incorporar a los vidrios otros elementos complementarios como: juntas, molduras, accesorios de fijación, etc., consiguiéndose una reducción de costes (al eliminar operaciones de preparación de las lunas en las líneas de montaje de las factorías de vehículos) y permitiendo una mayor flexibilidad en el diseño de carrocerías (sobre todo en cuanto a condicionantes aerodinámicos se refiere).

Los vidrios así fabricados toman el nombre del procedimiento seguido para incorporar estos elementos, clasificándose en: premontados, extrusionados y encapsulados.

7.1.6. Identificación de lunas

Los vidrios han de incorporar, para su montaje en el automóvil, una marca de homologación situada en una zona bien visible. Este marcaje que ha de ser suficientemente legible e indeleble, se compone de una serie de símbolos y caracteres alfanuméricos tal y como se contempla en el reglamento n.º 43 de la directiva 92/22 CEE, además de las informaciones complementarias que determine el fabricante del vidrio o del vehículo. Como ejemplo, en la Figura 7.21 se muestran las distintas marcas de identificación que suele incluir el sello de un vidrio de automóvil.

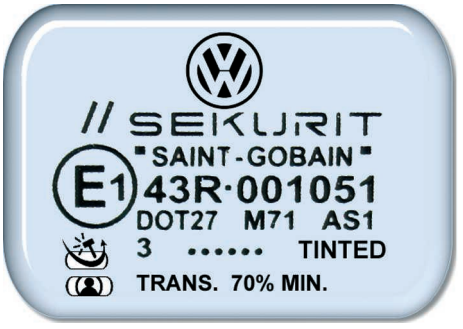


Figura 7.21. Marcaje de una luna parabrisas.

	Representa el símbolo del constructor para quien se fabrica la pieza (en este caso Volkswagen).
SEKURIT SAINT GOBAIN	Indica el nombre del fabricante.
||	Indica el tipo de vidrio. Se representa mediante una o dos pequeñas líneas verticales (| para el vidrio templado, y || para el vidrio laminado).
LAMINATED	En otros casos aparece directamente la denominación. LAMINATED corresponde a un vidrio laminado. Si se tratase de una pieza templada se denominaría TEMPERED.

© Ediciones Paraninfo

E Representa la marca de homologación. El número identifica al país en cuestión (en este caso Francia), según la siguiente relación:

1 Alemania.	12 Austria.
2 Francia.	13 Luxemburgo.
3 Italia.	14 Suiza.
4 Países Bajos.	16 Noruega.
5 Suecia.	17 Finlandia.
6 Bélgica.	18 Dinamarca.
7 Hungría.	19 Rumanía.
8 Checoslovaquia.	20 Polonia.
9 España.	21 Portugal.
10 Yugoslavia.	22 Rusia.
11 Reino Unido.	

43R 001051 Representa el código de homologación europea.

3..... Indica la fecha de fabricación. El formato se realiza mediante un número central que representa el año, y hasta un total de doce puntos o letras (seis antes del número y seis después) que representan el mes de fabricación. La interpretación se realiza mediante la tabla de la Figura 7.22.

Así, en el ejemplo anterior, el dato corresponde al año 200**3**, y como hay seis puntos a la derecha del número, el mes será **Julio.**

En otras ocasiones el año se identifica mediante estrellas, cuyo número corresponderá con la última cifra del año de fabricación.

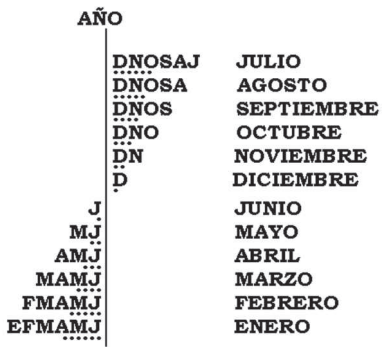


Figura 7.22. Identificación de la fecha de fabricación de una luna.

**********	2000
*	2001
**	2002
***	2003
****	2004

TINTED Indica que se trata de una pieza tintada (reducen el calentamiento del habitáculo a causa del sol).

En algunas ocasiones, también se hace referencia en el sello al % de transmisión luminosa. En este caso indica que el vidrio permite, al menos, un 70 % de transmisión luminosa.

Cuando el fabricante del vidrio lo homologa también para Estados Unidos, se añade un marcaje complementario DOT:

DOT	Departamento de transportes de Estados Unidos
27	Código del fabricante del vidrio
AS1	**AS1** Vidrio de seguridad que se emplea en cualquier parte del vehículo incluido el parabrisas (vidrio laminado). **AS2** Vidrio de seguridad que se emplea en cualquier parte del vehículo excepto el parabrisas (vidrio templado). **AS3** Vidrio para cualquier parte del vehículo excepto el parabrisas y cualquier otro lugar que requiera una visión determinada para el conductor.
M71	Número de modelo

Símbolo que indica que se trata de un vidrio resistente a los impactos para evitar los robos.

Este otro símbolo indica que este vidrio es de seguridad.

7.1.7. Acristalamiento del automóvil

El acristalamiento general del automóvil está formado por un conjunto de vidrios, que presentan características diferentes relacionadas con la función que desempeñan. En general, estos vidrios pueden clasificarse como:

- **Parabrisas.** Es un cristal fijo situado en la parte delantera del habitáculo, que además de proteger a los ocupantes del vehículo del impacto de ciertos objetos y de las inclemencias meteorológicas, contribuye a mejorar la estructura resistente de la carrocería.
- **Luneta.** Es un cristal fijo situado en la parte posterior del vehículo. La fijación mediante adhesivos convierte asimismo a la luneta en un elemento que proporciona un aumento de rigidez a la carrocería. Habitualmente, se fabrica con cristal templado, que dispone de una serie de filamentos térmicos antiempañamiento.

© Ediciones Paraninfo

- **Acristalamiento lateral.** Suele estar formado por las siguientes modalidades de cristales:
  - **Fijos.** Los cristales fijos suelen pegarse al marco (quedando enrasados con la carrocería), para proporcionar una mayor rigidez.
  - **Abatibles.** En este caso, los cristales disponen de un mecanismo articulado (formado por dos bisagras y un sistema de cierre), mediante el cual puede realizarse una pequeña apertura lateral de los mismos.

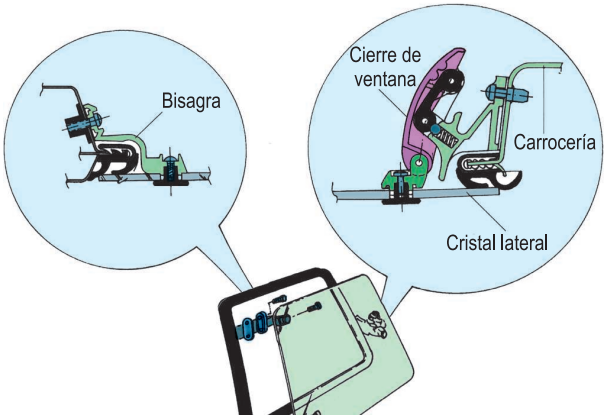


Figura 7.23. **Vidrio lateral abatible.**

  - **Practicables.** Estos cristales se fijan mediante mordazas u otros dispositivos a las guías de los mecanismos elevalunas.

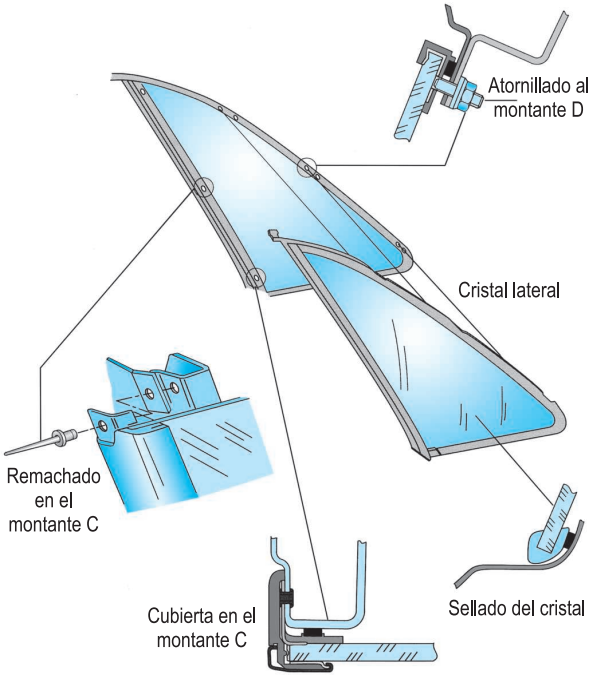


Figura 7.24. **Vidrio lateral de custodia.**

  - **De custodia.** Normalmente, son cristales de forma triangular que se ubican en las puertas o en las aletas traseras. Pueden ser fijos (pegados, atornillados, remachados) o abatibles.

Rotura de lunas

Las lunas del automóvil, y sobre todo los parabrisas, son unos elementos con un elevado riesgo de rotura. Este hecho ocasiona que su sustitución sea una labor frecuente en el conjunto de operaciones que se realizan en el taller, al tratarse de un elemento imprescindible a efectos de visibilidad y seguridad del vehículo.

Cuando sea necesario proceder al desmontaje de los cristales templados, y siempre que se haya producido rotura, conviene romper completamente la luna para facilitar y realizar su extracción con seguridad (deben disponerse unos plásticos para recoger todos los fragmentos de vidrio que se fragmenten de la luna).

Para establecer los procesos de desmontaje y sustitución (o reposición, según el caso) de la luna, conviene tener en cuenta el sistema de fijación de la misma sobre el marco de la carrocería. Esta fijación se suele realizar mediante dos procedimientos distintos:

- Lunas calzadas.
- Lunas pegadas.

Figura 7.25. **Rotura de un vidrio laminado.**

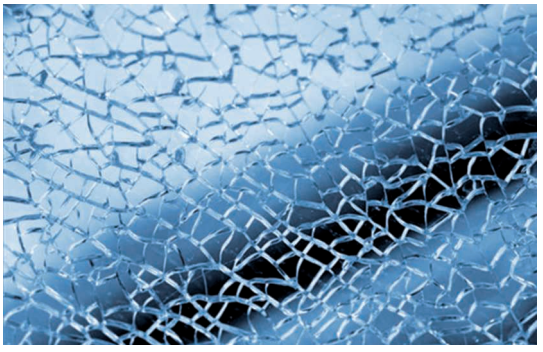


Figura 7.26. **Rotura de un vidrio templado.**

© Ediciones Paraninfo

7.2. Lunas calzadas

En este tipo de lunas, la fijación al marco de la carrocería se realiza mediante una junta de contorno, cuyo perfil dispone de varias ranuras en las que se introducen: el cristal, la pestaña de la carrocería, y el junquillo embellecedor (en su caso). En la Figura 7.27 puede apreciarse una de las configuraciones que adopta normalmente la goma de fijación. El junquillo o perfil embellecedor, además de mejorar la estética del montaje, aumenta el nivel de fijación y de estanqueidad del conjunto, al introducirse a presión sobre la ranura correspondiente.

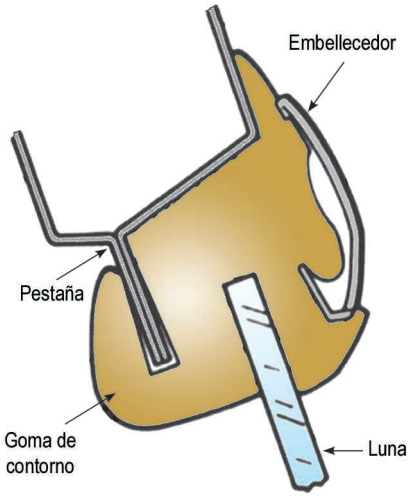


Figura 7.27. Montaje habitual de las lunas calzadas.

7.2.1. Desmontaje de lunas calzadas

El proceso de extracción de la luna comenzará por desmontar todos aquellos elementos que pueden obstaculizar su salida: revestimientos interiores, parasoles, retrovisor interior, escobillas limpiaparabrisas, etc. A continuación habrá que extraer el junquillo embellecedor; para ello, será necesario determinar el lugar donde se unen los dos extremos del mismo (ocultos, normalmente, por un pequeño engarce metálico), y con la ayuda de un destornillador, tirar de uno de los extremos hasta conseguir su completa extracción (el tono amarillento del junquillo, da idea de la antigüedad del mismo, por lo que es frecuente su rotura durante el proceso de extracción, siendo necesaria su sustitución).

Seguidamente, hay que levantar ligeramente el perfil de la goma de contorno sobre la pestaña de la carrocería, y aplicar una solución jabonosa a fin de ablandar la goma para facilitar su salida del marco.

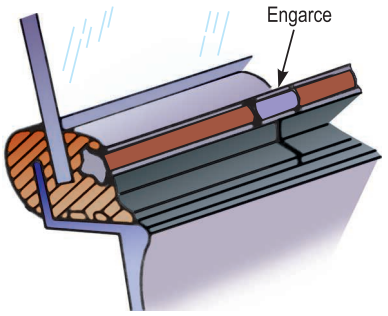


Figura 7.28. Engarce del junquillo embellecedor.

Para desmontar la luna de su ensamblaje en el marco parabrisas o luneta, será necesario realizar una presión hacia el exterior del habitáculo para desalojar la goma de contorno de su fijación sobre el perfil del marco, con la ayuda de una palanqueta de plástico.

El proceso es recomendable realizarlo por dos operarios: uno cuya función será la de controlar la evolución de la operación de extracción desde el exterior, sujetando la luna mediante dos ventosas dispuestas sobre la misma, y otro encargado de ejercer una presión (desde el interior del habitáculo), capaz de sacar la goma de contorno de su

Figura 7.29. Sujeción de la luna con ventosas.

Figura 7.30. Desalojo de la goma de contorno sobre el marco de la carrocería.

© Ediciones Paraninfo

alojamiento sobre la pestaña del marco de la carrocería, de forma suave y progresiva.

La presión debe ejercerse con las manos, sobre la parte superior de la luna, de manera controlada y de forma progresiva, hasta conseguir desencajar el perfil de la goma de contorno. Para facilitar la extracción pueden utilizarse distintos útiles o herramientas a modo de palanca para iniciar el desalojo de la goma de contorno sobre el marco de la carrocería.

En los casos que presenten alguna dificultad en el proceso de extracción, que requieran el aumento de la presión ejercida, con el consiguiente peligro de rotura de la luna (caso de lunas laminadas, ensamblajes con selladores de estanqueidad, etc.), conviene cortar el exterior de la goma de contorno.

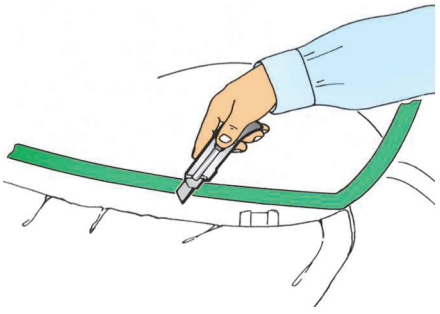


Figura 7.31. Corte de la goma de contorno.

Una vez extraída, conviene situar la luna sobre un soporte adecuado para evitar golpes, roces, rayaduras, etc., que puedan romper o deteriorar su superficie.

En algunas ocasiones, la extracción de la luna se realiza mediante el empleo de una serie de láminas de aluminio, que se introducen (comenzando por la parte superior de los montantes laterales) entre la junta de contorno y la pestaña de fijación en la carrocería, tal y como se indica en la Figura 7.33. Esta operación facilita la salida de la junta de contorno del marco del parabrisas o de la luneta, extrayéndose el cristal en ambos casos, aplicando solo una ligera presión interior.

Cuando la luna parabrisas es laminada (y está calzada), el proceso de desmontaje ha de realizarse de forma cuidadosa para evitar su rotura.

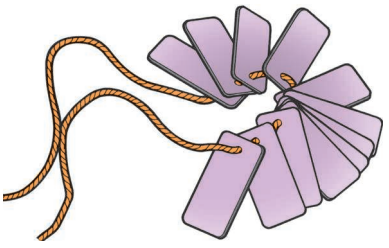


Figura 7.32. Láminas para el desmontaje de lunas calzadas.

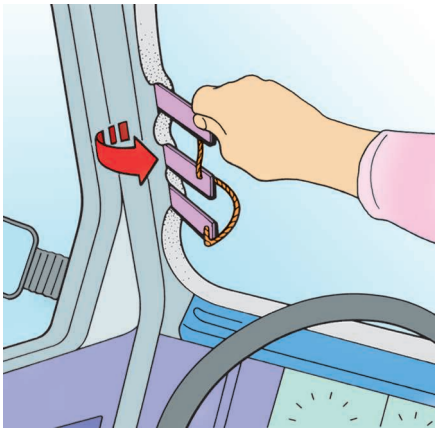


Figura 7.33. Disposición correcta de las láminas.

7.2.2. Montaje de lunas calzadas

A la hora de montar las lunas calzadas sobre su alojamiento en el marco de la carrocería, es conveniente realizar una serie de operaciones previas para evitar dificultades posteriores en el proceso de montaje o defectos como la falta de estanqueidad una vez montada la luna. Estas operaciones pueden resumirse en:

- Comprobación de la junta o goma de contorno. Con el paso del tiempo, y debido a la acción de los agentes climatológicos, esta pieza puede presentar ciertas deficiencias como grietas o cristalización (falta de elasticidad), que pueden aconsejar su sustitución. Asimismo, y en caso de haberse producido la rotura de la luna, será necesario limpiar cuidadosamente las diferentes ranuras o cajeados que presenta el perfil de la goma, a fin de eliminar cualquier cuerpo extraño (pequeños fragmentos de cristal) que puedan interferir en el perfecto «asentamiento» de cada uno de los ensamblajes a realizar (cristal, pestaña y junquillo).
- Comprobación de la pestaña del marco de la carrocería. En este caso, habrá que limpiar escrupulosamente el perímetro de asentamiento de la junta de contorno, verificando que no exista ningún tipo de desalineamiento (abolladura). En el caso de presentar el menor indicio de corrosión, será necesario proceder a su reparación tal y como se indica en el capítulo correspondiente del libro *Preparación de superficies*.

El procedimiento de montaje de las lunas calzadas suele realizarse utilizando las herramientas de la Figura 7.34, siguiendo el siguiente proceso operativo:

© Ediciones Paraninfo

Figura 7.34. Útiles para el montaje de lunas calzadas.

- Introducir la junta de contorno sobre el perímetro de la luna, aplicando un cordón de producto sellador, en aquellos casos que así lo requieran. También conviene pulverizar una cierta cantidad de solución jabonosa sobre la ranura de fijación a la pestaña del marco de la carrocería, para facilitar su instalación al mejorar las propiedades deslizantes de la goma.

Figura 7.35. Forma de introducir la goma de contorno sobre la luna calzada.

- Colocar una cuerda de unos 4 mm de diámetro, sobre el interior de la ranura de fijación sobre la pestaña de la carrocería, de tal manera, que los extremos de la cuerda queden centrados sobre la parte inferior de la luna. Para su instalación puede ser necesario utilizar una varilla a modo de guía para abrir convenientemente la ranura de fijación. En otros casos, la cuerda dispone de un mango de tiro que también facilita su introducción en la ranura.

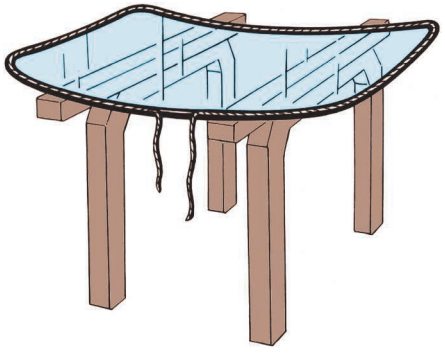


Figura 7.36. Colocación de una cuerda dentro de la ranura de la goma de contorno.

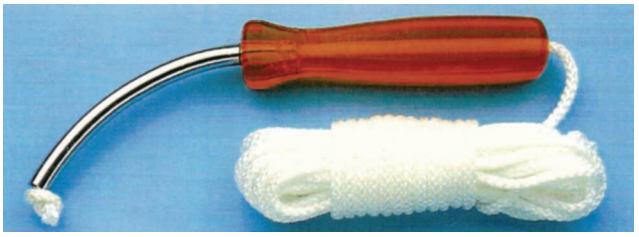


Figura 7.37. Herramienta para colocar la cuerda en la goma de contorno.

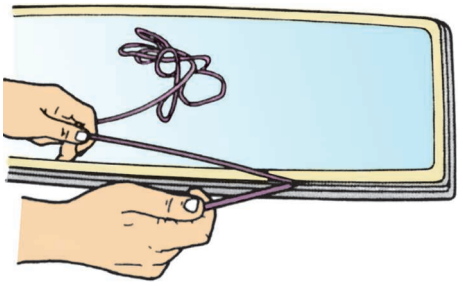


Figura 7.38. Utilización de una varilla hueca para facilitar la colocación de la cuerda.

- Mediante unas ventosas, situar la luna en el marco de la carrocería, centrándola convenientemente sobre la pestaña de fijación.
- Una vez posicionada correctamente la luna, ir tirando suavemente de la cuerda para desalojarla de la ranura de la goma de contorno; con esta operación, se levanta el perfil correspondiente de la junta, que se desliza de esta manera sobre la pestaña del marco, quedando alojada en su interior. Al mismo tiempo, el operario que sujeta la luna desde el exterior debe realizar una ligera presión sobre la zona donde se está tirando de la cuerda para facilitar la

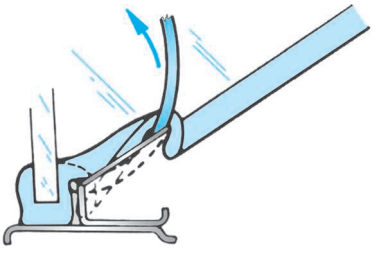


Figura 7.39. Inserción de la goma de contorno sobre la pestaña de la carrocería.

© Ediciones Paraninfo

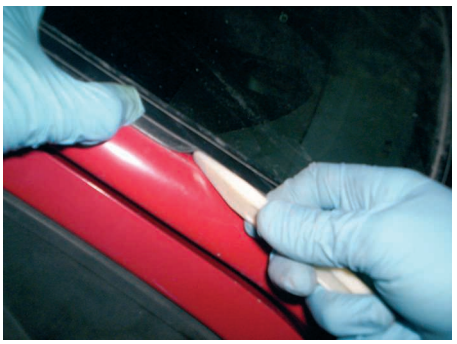


Figura 7.40. Utilización de un gancho para facilitar la colocación de la goma de contorno.

entrada de la pestaña en el perfil. A veces puede utilizarse un útil en forma de gancho, para tirar de la junta de contorno en aquellos lados en que se haya atascado.

- Para terminar de asentar correctamente a la junta de contorno sobre la pestaña, conviene aplicar unos golpes con un martillo de goma o con la palma de la mano sobre el perímetro de la luna. Nunca se debe golpear a menos de 10 cm del borde de la luna, para evitar el riesgo de rotura.
- Aplicar, en su caso, la cantidad correcta de sellador sobre el lado de la goma que se fija sobre la carrocería. Conviene eliminar el exceso de sellador, utilizando un disolvente apropiado.
- Pulverizar una cierta cantidad de agua jabonosa sobre la ranura de fijación del junquillo embellecedor. A continuación, y utilizando un útil apropiado, introducir el junquillo sobre la ranura correspondiente. Este útil se utiliza para abrir la ranura al tiempo que se inserta en ella el junquillo.
- Realizar una prueba de estanqueidad, para comprobar que no hay filtraciones de agua.

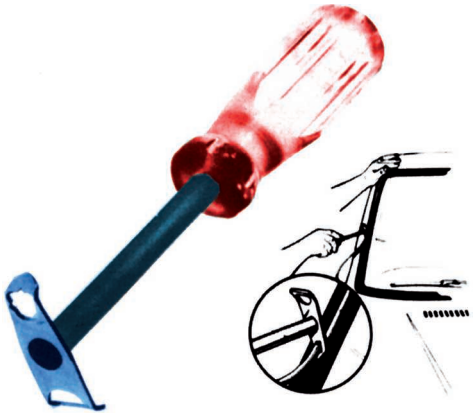


Figura 7.41. Útil para colocar el junquillo embellecedor.

- Completar el montaje con la reposición de los elementos inicialmente desmontados: revestimientos, parasoles, escobillas limpiaparabrisas, etcétera.

7.3. Lunas pegadas

En este sistema, la fijación de la luna sobre el marco de la carrocería se realiza mediante la utilización de adhesivos de alto módulo (gran resistencia) que se aplican entre el cristal y la pestaña de fijación. Con ello, las lunas pegadas pasan a formar parte de los elementos que conforman la estructura resistente de la carrocería; mejorándose además el coeficiente aerodinámico al quedar «enrasadas» con la misma (eliminándose asimismo los molestos rebufos que suelen producir los intersticios entre los cristales y la carrocería).

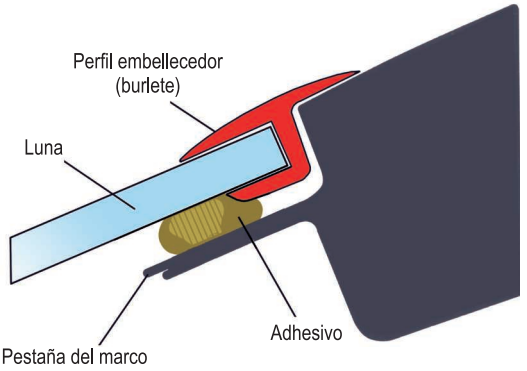


Figura 7.42. Sección de la zona pegada de una luna.

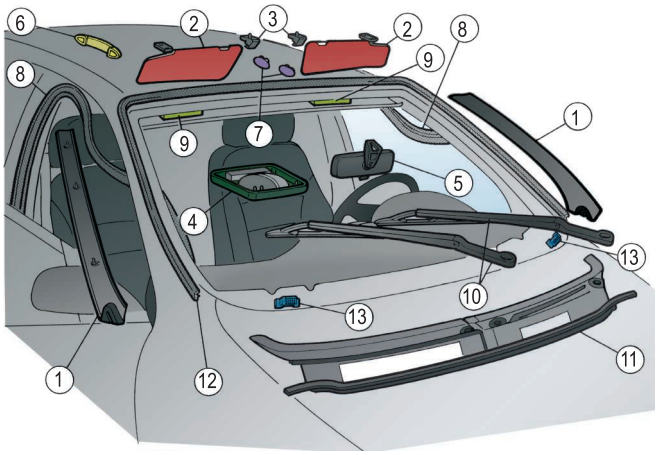
7.3.1. Desmontaje de lunas pegadas

El proceso operativo para realizar el desmontaje de una luna pegada puede diferir de un modelo de vehículo a otro, en función de las características propias de cada ensamblaje; aunque, en líneas generales, suele ser muy similar. En general, el método de desmontaje puede resumirse en el siguiente proceso:

Operaciones preliminares

- Desmontar todas las molduras, embellecedores, revestimientos, etc., que puedan estar implicados en el proceso de desmontaje de la luna, prestando especial atención a todos aquellos accesorios que se encuentran fijados mediante «clips» o cualquier otro elemento, y que van a determinar tanto el contorno de aplicación del adhesivo, como la posición final de la luna sobre la carrocería.

© Ediciones Paraninfo



1. Revestimientos de montantes delanteros.
2. Parasoles.
3. Enganches de parasoles.
4. Lámpara de techo.
5. Espejo retrosivor.
6. Manillas.
7. Molduras de fijación del revestimiento de techo.
8. Juntas de contorno de puertas.
9. Separadores.
10. Escobillas limpiaparabrisas.
11. Revestimiento inferior.
12. Junta perimétrica.
13. Topes o calzos de sujeción.

Figura 7.43. Desmontaje de elementos adyacentes a la luna parabrisas.

- Proteger el perímetro del marco del parabrisas con cinta adhesiva y fundas apropiadas.

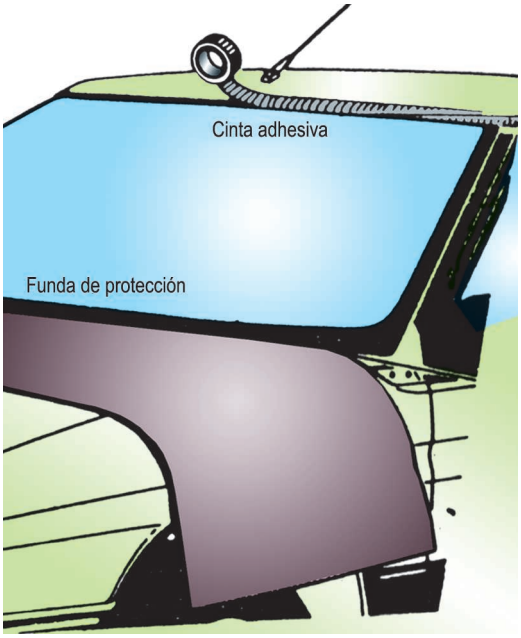


Figura 7.44. Protección del perímetro del marco.

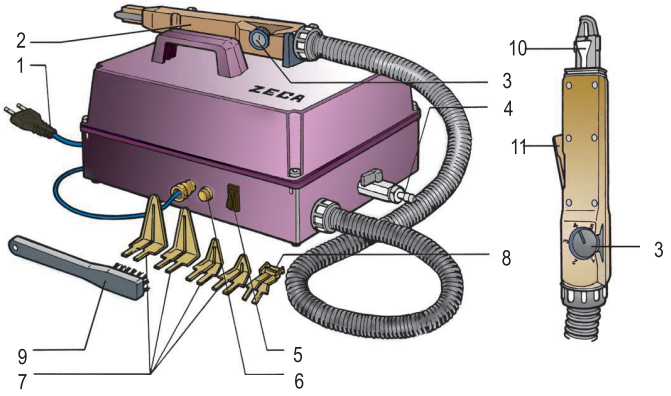
- Proteger el interior del habitáculo (panel de instrumentos, asientos, volante) con una funda de plástico o papel resistente.

Figura 7.45. Protección del interior del habitáculo.

Corte del cordón de adhesivo

Una vez que se encuentra el cordón de adhesivo al descubierto, se ha de proceder a cortarlo, utilizando para ello cualquiera de los métodos siguientes:

- **Cuchillo térmico (termocortador).** Este dispositivo consiste en un aparato que suministra corriente eléctrica a una cuchilla intercambiable (provocando su calentamiento), que realiza la operación de corte térmico del cordón de adhesivo. El equipo puede regular la temperatura de la cuchilla, a través de un mando, pudiendo llegar hasta los 700 °C, aunque es preferible limitar la temperatura a unos 150 °C (posición de 2 a 2,5) para no quemar el adhesivo y evitar así los humos nocivos (el equipo también suele disponer de un sistema de aspiración de humos).



1. Enchufe.
2. Cuerpo del cuchillo.
3. Mando de regulación de la temperatura.
4. Toma de aire comprimido.
5. Interruptor de encendido.
6. Fusible de protección.
7. Cuchillas de corte.
8. Cuchilla para nivelar el cordón residual.
9. Escobilla para la limpieza de las cuchillas.
10. Boquilla de aspiración de humos.
11. Palanca de contacto.

Figura 7.46. Máquina termocortadora para cordones de adhesivo.

© Ediciones Paraninfo

Las cuchillas disponibles tienen distintas formas para adecuarse a cualquier condición de uso. En el proceso de corte, la cuchilla ha de estar perfectamente paralela al cristal para evitar cortes gemelos y esfuerzos excesivos que puedan provocar la rotura del mismo. Para evitar la fusión del adhesivo cortado, el equipo proyecta un chorro de aire continuo que incide sobre la zona cortada, provocando su refrigeración, y consecuentemente su endurecimiento parcial.

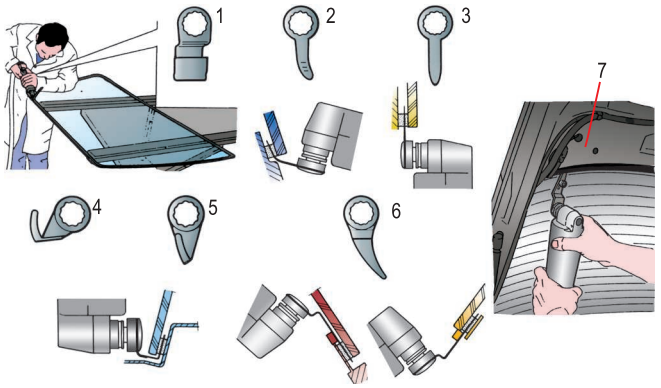
- **Cizalla de vibraciones (de cuchillas oscilantes).** Es una máquina oscilante de accionamiento neumático o eléctrico que hace vibrar a su cabezal con un número de oscilaciones regulable de entre 100 y 22 000. Sobre el mismo, se pueden acoplar una serie de cuchillas de diferentes formas diseñadas para adaptarse a la configuración de la zona de corte, profundidad o anchura del cordón de adhesivo (evitando así el excesivo calentamiento de la máquina).

Figura 7.47. Cizalla de vibraciones.

Durante el proceso de corte, la cuchilla ha de permanecer en todo momento paralela al cristal y a la carrocería, para evitar su rotura. La cizalla suele disponer de un portacuchillas que permite el ensamblaje de las cuchillas en doce posiciones de fijación diferentes para aumentar las posibilidades de acceso a cualquier configuración que ofrezca la zona de corte. El equipo se completa con una amplia gama de cuchillas que se adaptan de forma adecuada a la disposición del ensamblaje de la luna y la carrocería. En la Figura 7.48 pueden apreciarse algunas de las cuchillas más utilizadas, con sus aplicaciones más habituales.

Para mantener la eficacia de las cuchillas, conviene revisar periódicamente su afilado.

- **Cortadora de hojas flexibles (de vaivén).** Este dispositivo consiste en una máquina de accionamiento eléctrico o neumático que proporciona un movimiento de vaivén a una cuchilla que se desplaza dentro de una funda-guía metálica (que protege al panel de instrumentos y a los revestimientos próximos a la luna), con una velocidad máxima de 3200 carreras por minuto.



1. Cuchilla rasqueta de nivelación.
2. Cuchilla curva.
3. Cuchilla recta.
4. Cuchilla cerrada horizontal.
5. Cuchilla cerrada vertical.
6. Cuchilla acodada curva.
7. Cuchilla acodada regulable.

Figura 7.48. Cuchillas más utilizadas en las operaciones de corte del cordón de adhesivo.

El equipo suele disponer de un juego de cuchillas de longitud diferente para permitir su accesibilidad en todo tipo de configuraciones. Cada cuchilla tiene un espesor de 0,5 mm, y debe sobresalir de la funda, en una longitud aproximada de entre 13 a 38 mm, según el grosor del cordón de adhesivo a cortar. El proceso de corte ha de realizarse siempre desde el interior del vehículo.

Figura 7.49. Cortadora de cuchillas flexibles (vaivén).

Figura 7.50. Utilización de la cortadora desde el interior del vehículo.

© Ediciones Paraninfo

- **Cúter de corte en frío.** Esta es una herramienta de fácil manejo, consistente en una cuchilla de accionamiento manual; con una mano se tira de la cuchilla, y con la otra se guía su desplazamiento. Conviene no utilizarla cuando es necesario realizar un gran esfuerzo de corte.

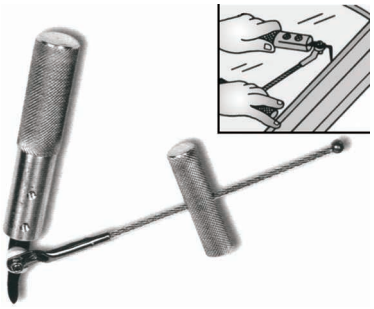


Figura 7.51. Cúter de corte en frío.

- **Alambre acerado.** Este método se basa en el efecto cortante que produce el desplazamiento de un alambre acerado (cuerda de piano o cuerda trenzada) debidamente tensado, sobre el cordón de adhesivo. Por ello, resulta un método rápido y económico, en el que pueden intervenir uno o dos operarios, según el sistema de corte elegido.

Figura 7.52. Equipo básico para el desmontaje de lunas pegadas.

Proceso de corte con alambre acerado

El comienzo de las operaciones se realiza cortando un segmento de alambre de unos 50 cm de longitud. Para atravesar el cordón por primera vez, se calienta el hilo y se introduce con ayuda de un alicate; una vez atravesado el cordón, se tira del hilo desde el otro lado. También se puede utilizar un útil hueco de perforación en forma de punzón de punta afilada para atravesar el cordón de adhesivo. En este caso, se introduce el hilo por su interior hasta que salga por el otro lado del cordón, y después se retira el útil desplazándolo por el otro extremo libre del hilo.

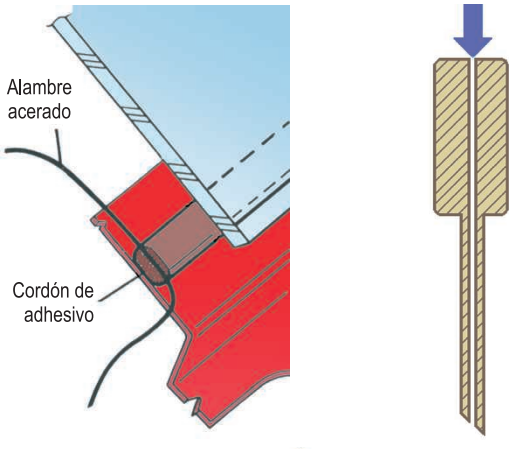


Figura 7.53. Cordón de adhesivo perforado y útil de perforación seccionado.

A continuación, fijar el extremo exterior a la manilla de tracción (Figura 7.54 **a**), y el extremo interior del alambre, al útil de sujeción (Figura 7.54 **b**). Una vez fijados ambos extremos, hay que posicionar el útil de sujeción sobre el cordón de adhesivo, a unos 15 o 20 cm del punto por donde se pasó el alambre, para seguidamente tirar desde el exterior con la manilla de tracción, cortando el cordón de adhesivo, hasta llegar a la altura del útil de sujeción; repitiéndose el proceso por todo el contorno de la luna, hasta conseguir el corte completo del cordón de adhesivo.

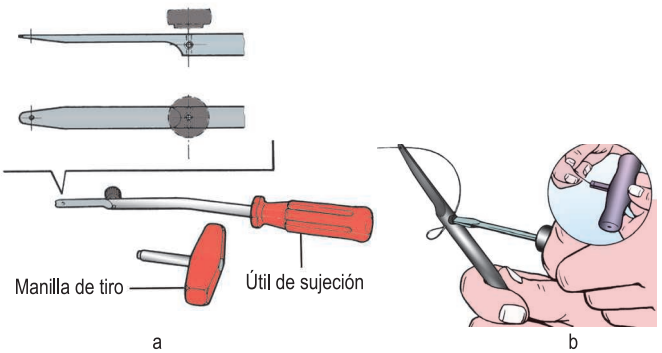


Figura 7.54. Fijación del alambre acerado en el extremo de la manilla de tiro y en el útil de sujeción.

© Ediciones Paraninfo

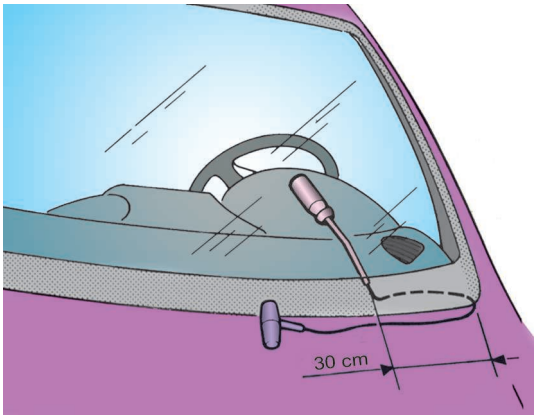


Figura 7.55. Distancia de tiro.

En los ángulos de la luna, conviene acortar la longitud de los tramos, para facilitar el corte y evitar daños en la luna.

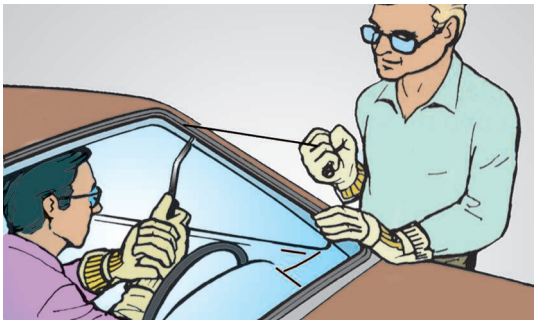


Figura 7.56. Ejecución del corte del adhesivo con el alambre acerado.

Esta operación de corte también puede realizarse mediante un equipo similar especialmente concebido para que el corte lo pueda realizar un solo operario.

Figura 7.57. Equipo de corte individual.

Al igual que en los casos anteriores, ha de procurarse realizar un corte lo más paralelo posible al cristal, evitando incidir sobre la superficie del mismo o sobre el marco de la carrocería. Como norma, se debe dejar un perfil de adhesivo cortado, de aproximadamente 1 o 2 mm de espesor.

En cualquier caso, e independiente de la técnica utilizada para realizar la extracción de la luna en cuestión, es indispensable equiparse con gafas y guantes protectores. En el caso de utilizar un cuchillo térmico, el equipamiento se completará con una mascarilla para protegerse de los gases tóxicos que se desprenderán en la combustión del poliuretano.

El proceso se completa con la extracción de la luna por medio de ventosas.

Figura 7.58. Retirada y manipulación de la luna mediante ventosas.

7.3.2. Adhesivos utilizados en el pegado de lunas

Los productos normalmente utilizados en el pegado de lunas son adhesivos elastómeros de alto módulo o dureza, con una gran capacidad de deformación que les permite soportar las tensiones generadas en la zona de unión. Además, distribuyen uniformemente los esfuerzos para evitar la acumulación de tensiones puntuales en los extremos que podrían causar la rotura de la luna.

En general, las características generales de las uniones elastómeras se pueden resumir en:

- Buena capacidad de absorción de movimientos mecánicos o térmicos entre materiales de distinta naturaleza (vidrio y acero).
- Elevada rigidez mecánica (en el caso de los poliuretanos).
- Buen comportamiento antivibratorio (absorben las vibraciones de la carrocería sin transmitirlas a la luna).

© Ediciones Paraninfo

- Alta resistencia a los impactos.
- Compensan las tolerancias de los montajes.
- La preparación superficial resulta sencilla y nada crítica.

Las principales familias de adhesivos elastómeros se pueden clasificar en:

- Poliuretanos.
- Siliconas.
- Polisulfuros.

Entre ellas, los poliuretanos son los adhesivos utilizados en el pegado de lunas.

Poliuretanos

Los poliuretanos son unos polímeros (agrupación de moléculas homogéneas «monómeros» mediante procesos de polimerización), que se forman mediante la reacción de un isocianato: con agua, dando lugar a los poliuretanos monocomponentes, o con una amina (catalizador) en el caso de los poliuretanos bicomponentes.

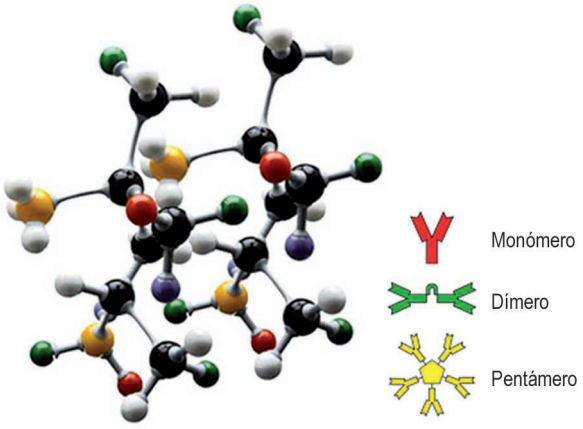


Figura 7.59. Modelo de entramado de monómeros.

- Los poliuretanos monocomponentes (1K-PUR) reaccionan con la humedad atmosférica para generar caucho elastómero. La reacción de polimerización ocurre desde el exterior del cordón hacia el interior, lo cual limita el ancho del cordón depositado, y alarga los tiempos de curado. Se comercializan individualmente, o en forma de kit. Los poliuretanos de secado normal tardan unas 4 horas en curar. Actualmente, la diferencia entre el tiempo de endurecimiento de un poliuretano monocomponente y un bicomponente se ha reducido de forma considerable, ya que existen poliuretanos monocomponentes de secado ultrarrápido que endurecen con total garantía para mover el vehículo en tiempos relativamente cortos.

Figura 7.60. Poliuretano 1K.

Durante el proceso de curado, hay un período inicial de formación «de piel» que determina el tiempo utilizable del producto una vez depositado sobre la luna (antes de acoplarla a la carrocería).

En el mercado existe una gran variedad de poliuretanos monocomponentes para adecuarse a determinadas exigencias o condiciones de uso:

- Para grandes acristalamientos (lunas de camión y autobuses, principalmente).
- Especiales para climas cálidos, que necesitan tiempos de intervención más largos.
- Para climas fríos, y talleres de alta rotación.
- Específicos para vehículos con carrocería de aluminio y con antenas integradas. En estos casos se utilizan poliuretanos de baja conductividad eléctrica que evitan las interferencias y los fenómenos de corrosión por contacto.
- Para vehículos con o sin airbag. En vehículos con dispositivos airbag se utilizan poliuretanos de alto módulo que aportan más rigidez y estructuralidad a la carrocería (para soportar las cargas producidas por el despliegue del airbag).
- De rápido secado mediante estufas calentadoras, que reducen el tiempo de secado a unos 15 minutos. En esta categoría se encuentran también los poliuretanos que incorporan microburbujas de agua en su composición o que se pulverizan a la salida del producto. En ambos casos, la boquilla de aplicación presenta un enrejillado que tiene por objeto romper las burbujas de agua para acelerar el proceso de curado del poliuretano. En algunos casos su aplicación se realiza mediante pistolas calefactables (a pilas).

© Ediciones Paraninfo

Figura 7.61. Estufa para calentar cartuchos de adhesivos.

- Los poliuretanos bicomponentes (2K-PUR), por el contrario, polimerizan como resultado de la reacción de los isocianatos con los correspondientes polioles o aminas (catalizadores), en toda la masa del cordón. En este tipo de reacciones, no existen limitaciones en el ancho del cordón, y permiten velocidades de curado muy altas. Su formato de comercialización suele realizarse en cartuchos individuales (poliuretano y catalizador), o formando un kit.

Figura 7.62. Poliuretanos 2K.

Propiedades generales de los poliuretanos

Cuando se ha de seleccionar el adhesivo adecuado para el pegado del parabrisas, hay que tener en cuenta las características a nivel de elasticidad, dureza y resistencia. Para ello, los fabricantes de cada producto facilitan una serie de datos útiles como: el valor de la resistencia a la tracción, dureza, alargamiento de rotura, módulo de elasticidad, tiempo de formación de piel, velocidad de polimerización o endurecimiento, temperatura de aplicación, tixotropía, viscosidad, tiempo de retención del vehículo con y sin airbags, etcétera.

En general, además de las propiedades específicas, que le confieren sus diferentes tipos de formulaciones (mono o bicomponente), los poliuretanos presentan una serie de propiedades comunes a todos ellos, que pueden resumirse en las siguientes:

- Unen y sellan una amplia variedad de superficies.
- Presentan una buena aptitud para el llenado de holguras.
- Permanecen flexibles entre -40 y $80\,^{\circ}C$.
- Poseen una buena resistencia al agua, y a los productos químicos.
- Presentan una mala resistencia frente a la radiación UV (ultravioleta).
- Suelen ser de medio y alto módulo, por lo que pueden ser empleados como adhesivos estructurales.
- Soportan elongaciones de rotura de entre 400 y 800 %.
- No forman hilos.
- Presentan buena tixotropía (no descuelgan).

Otros productos adhesivos

- **Butilo.** Consiste en un cordón preformado que se utiliza en aquellos vehículos en los que la luna parabrisas no realiza ninguna función estructural, por lo que en ningún caso puede sustituir a los ensamblajes realizados con poliuretano. Se encuentra disponible en tres anchos diferentes, con una longitud aproximada al perímetro de la luna. El equipo se completa con una imprimación para metal y cristal, y un acelerador de adhesión.

Figura 7.63. Cordón preformado de butilo.

- **Masillas para lunas.** No constituyen un sistema de fijación de lunas, sino que se suelen utilizar para el sellado de las lunas delanteras, laterales y lunetas montadas con goma. Asimismo, se emplean para frenar las vías de entrada de agua en los junquillos deteriorados de las lunas calzadas, o en el cordón

© Ediciones Paraninfo

de adhesivo con grietas, poros, o roturas en las lunas pegadas.

Figura 7.64. Aplicación de masillas para lunas.

7.3.3. Productos complementarios en las uniones adhesivas

A fin de conseguir unas uniones adhesivas, lo más estables y duraderas posibles, se suelen utilizar en los procesos de aplicación una serie de productos que mejoran las condiciones iniciales de adhesión.

Estos productos son:

- **Productos limpiadores/desengrasantes.** La limpieza y desengrasado es uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta en la adhesión. Una de las causas de los fallos más frecuentes en el pegado de lunas se debe a una inadecuada limpieza de las superficies a unir. Generalmente, los fabricantes de adhesivos utilizan y recomiendan un limpiador-desengrasante que en algunos casos tiene la propiedad de promover la adherencia entre los diferentes sustratos.
- **Imprimaciones.** Aunque existen poliuretanos que no necesitan la aplicación de imprimación, en el resto de los casos resultan fundamentales para garantizar la protección del cordón de poliuretano frente a la radiación UV del sol, y para mejorar la adhesión del pegamento sobre el cristal (con o sin banda cerámica). Su aplicación también resulta necesaria para mejorar la adhesión del pegamento sobre la pintura de la carrocería. El tiempo de secado es de 10 minutos como mínimo.
- **Activadores.** Estos productos deben aplicarse, en general, para mejorar la adhesión de superficies de PUR o PVC/RIM[1]; tal y como es el caso de las lunas con juntas premontadas. También se deben utilizar para mejorar la adhesión sobre el cordón cortado de PUR, cuando ha transcurrido un tiempo superior a 2 horas desde que se cortó. El tiempo de secado es de aproximadamente 5 minutos.
- **Protectores de metal.** Son productos anticorrosivos, que se aplican sobre la superficie de la chapa, cuando se han eliminado las capas de pinturas protectoras, durante las operaciones de corte o nivelación del cordón adhesivo. Una vez secos, es indispensable aplicar una capa de imprimación sobre la zona tratada. El tiempo de secado suele ser de unos 30 minutos.

Figura 7.65. Productos complementarios a la adhesión.

Tabla 7.4. Relación entre el color del tapón y el tipo de producto correspondiente.

Color del tapón	Tipo de producto
Amarillo, naranja	Limpiador-desengrasante Promotor de adherencia o activador para vidrio
Verde, negro	Promotor de adherencia entre el poliuretano y vidrio/pintura/chapa Protector de rayos ultravioleta
Azul	Promotor de adherencia o activador entre poliuretanos

7.3.4. Montaje de lunas pegadas

El proceso de montaje de las lunas pegadas se iniciará preparando de forma adecuada las superficies a unir (tanto de la carrocería como del cristal), realizando las siguientes operaciones:

Preparación del marco de la carrocería

En primer lugar, ha de nivelarse correctamente el cordón de adhesivo residual que aún queda sobre el marco de la carrocería. Para ello, puede utilizarse un cúter o cuchilla afilada, o una cizalla de vibraciones provista de la correspondiente cuchilla para nivelar, teniendo en cuenta que debe dejarse un perfil de 1-2 mm de espesor. Conviene tener en cuenta que no se debe tocar ni ensuciar la superficie nivelada, puesto que el poliuretano recién

[1] RIM (*Resin Inyection Molding*); moldeo por inyección de resina.
R-RIM (*Reinforced RIM*); RIM reforzado.
S-RIM (*Structural RIM*); RIM estructural.

© Ediciones Paraninfo

cortado (siempre que no hayan transcurrido más de dos horas) es la mejor base adherente para depositar el nuevo pegamento. Esta operación ha de realizarse también sobre la luna, en el caso de tener que reinstalarla.

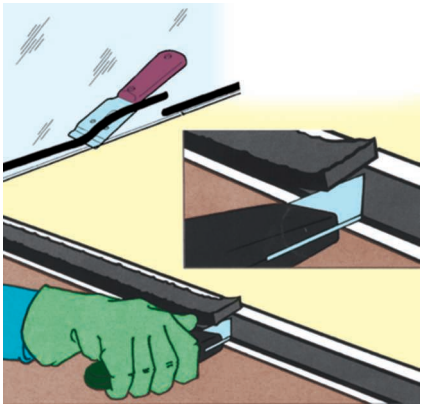


Figura 7.66. Nivelado del cordón de adhesivo residual.

Cuando se ha dañado la pintura protectora de la chapa (en el proceso de corte del adhesivo) dejando la chapa desprotegida, es necesario realizar las siguientes operaciones:

- Limpiar y desengrasar la chapa, eliminando toda presencia de óxidos e impurezas.
- Aplicar una pintura anticorrosión (protector de metal) y dejar secar. No conviene utilizar convertidores anticorrosión, pues no presentan una adherencia óptima con la capa de imprimación que ha de aplicarse seguidamente.
- Aplicar una capa de imprimación, y dejar secar.

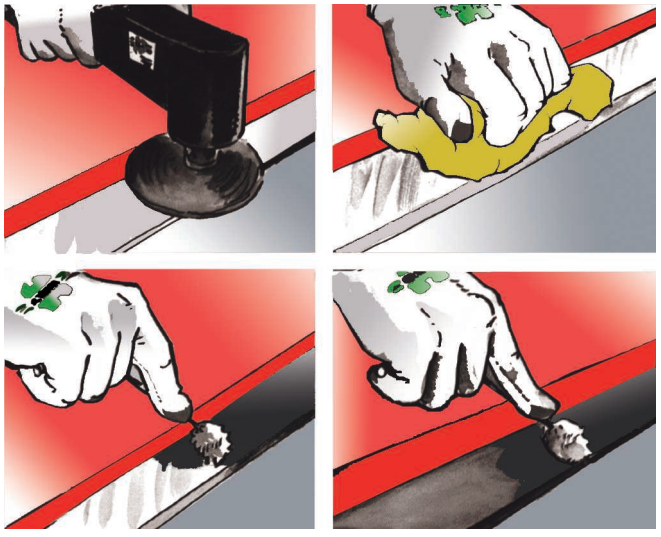


Figura 7.67. Preparación de la chapa cuando se ha eliminado parte de la protección anticorrosiva.

Si se ha eliminado, parcial o completamente, el cordón de adhesivo residual (sin dañar a la pintura de la chapa), también ha de aplicarse una capa de imprimación como base del nuevo adhesivo.

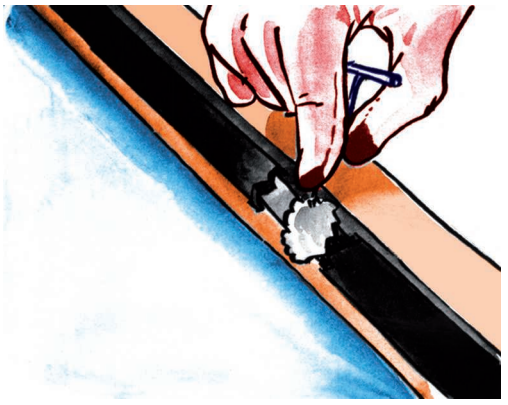


Figura 7.68. Aplicación de la imprimación en un trozo de cordón adhesivo.

Si ha transcurrido un tiempo superior a dos horas desde que se cortó el cordón de adhesivo, o se ha tocado o ensuciado su superficie, hay que aplicar un producto activador y dejarlo secar (15 minutos aproximadamente) antes de aplicar el adhesivo.

Figura 7.69. Aplicación de un producto activador por todo el perímetro del cordón.

Es recomendable dejar secar durante un día aquellas carrocerías que han sido repintadas, a fin de permitir un perfecto secado o endurecimiento del esmalte, que garantice una adhesión óptima.

Preparación de la superficie del cristal

La primera operación (en el caso de reinstalar la luna) consistirá en nivelar correctamente el cordón de adhesivo residual, tal y como se ha referido anteriormente. A continuación debe realizarse un montaje de prueba de la luna sobre su asiento en la carrocería, para centrarla correcta-

© Ediciones Paraninfo

mente por medio de calzos o cuñas regulables apropiadas, marcando su posición mediante trozos de cinta adhesiva que se fijan al cristal y a la carrocería (en el caso de lunas nuevas o desmontadas en las que no se haya realizado esta operación previamente en el proceso de desmontaje) y que luego se cortan, dejando una parte en la luna y otra en la carrocería. Los trozos de cinta se utilizarán como referencia para el montaje de la luna una vez aplicado el cordón de adhesivo. Para la colocación de los topes de goma se suele utilizar un adhesivo epoxídico de cianoacrilato.

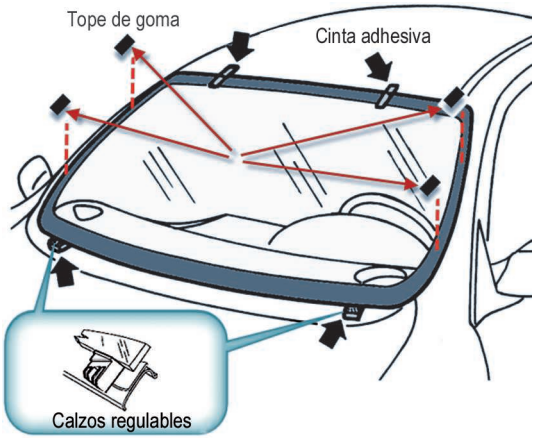


Figura 7.70. Colocación preliminar del parabrisas.

A continuación, debe realizarse una limpieza en profundidad de la luna, utilizando un limpiador adecuado (que no contenga alcohol y que posea un alto poder desengrasante) y papel de limpieza. Primero se pasará un papel de celulosa o trapo de limpieza impregnado en limpiador para desincrustar la suciedad y después se pasará otro trapo, esta vez seco para eliminar cualquier resto de suciedad.

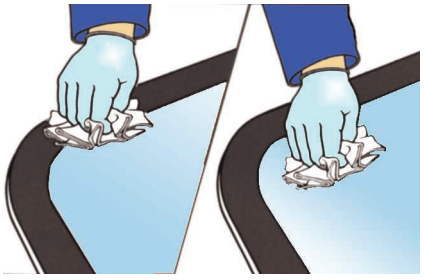


Figura 7.71. Limpieza de la luna.

Una vez seca la luna (después de 10 minutos aprox.), ha de aplicarse la imprimación (promotor de adherencia), pudiéndose dar las siguientes situaciones:

- **Lunas con recubrimiento cerámico.** Este tipo de lunas se adhieren por pegado directo (sin necesidad de activador). En este caso, sobre la cerámica limpia, se aplicará una capa de imprimación mediante un tampón adecuado, teniendo la precaución de no impregnar los junquillos o molduras de estanqueidad (PUR, PVC) y que no adquiera suciedad durante el tiempo de secado.

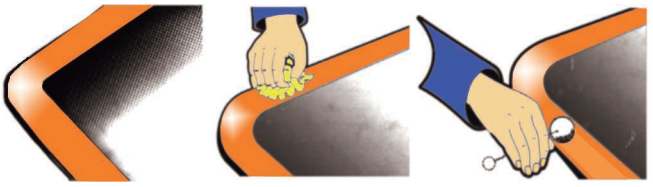


Figura 7.72. Limpieza y aplicación de imprimación sobre la luna con recubrimiento cerámico.

El uso de la imprimación no solo resulta imprescindible para reforzar la adherencia del adhesivo, sino también para proteger a este de los rayos UV del sol, ya que traspasan la capa cerámica y dañan al adhesivo curado.

Debido a la gran tendencia que tienen las imprimaciones para absorber la humedad ambiental, se desaconseja su uso en las siguientes condiciones:

– Cuando el bote de imprimación haya estado abierto durante un tiempo superior a dos horas.
– Cuando el bote se haya abierto en más de diez ocasiones.
– Cuando la imprimación aparece seca, muy espesa o de aspecto no muy uniforme.

Los junquillos o molduras de impermeabilización deben montarse sobre el cristal antes de aplicar el cordón de adhesivo.

Figura 7.73. Montaje de las molduras de impermeabilización.

- **Lunas con juntas premontadas.** Como se ha descrito anteriormente, en algunos casos las lunas incorporan de forma integral una junta vulcanizada sobre la que se aplica el adhesivo (en una zona claramente delimitada). En la parte inferior, pueden

© Ediciones Paraninfo

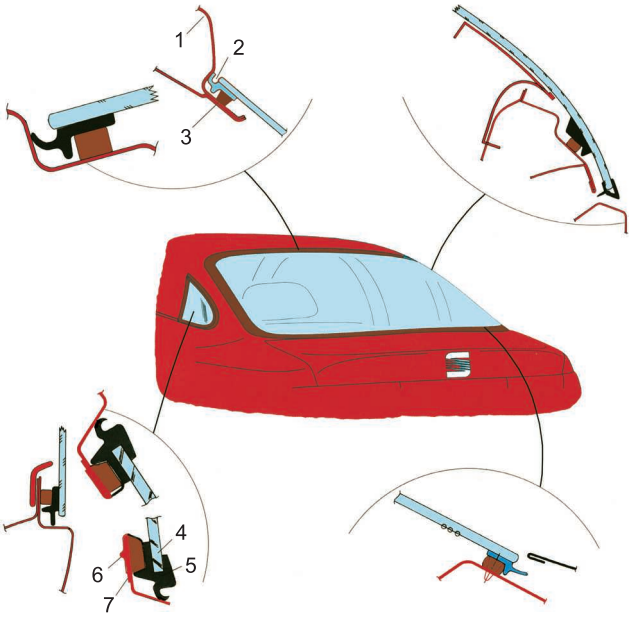
incorporar un segundo perfil para fijar el revestimiento de la caja de aguas. Como materiales de fabricación se suelen utilizar: PUR, neopreno, PVC, RIM y TPE. En caso de tener que desmontar un cristal no dañado, es recomendable utilizar un hilo de corte o una cizalla eléctrica, con las cuchillas adecuadas, para no dañar el perfil premontado (en este último caso, conviene realizar la operación de corte desde el interior del vehículo, para evitar dañar el exterior de la junta premontada).

Figura 7.74. **Tipos de juntas premontadas.**

Al igual que los demás tipos de lunas, el conjunto se completa con perfiles de goma para mantener la estanqueidad, y con cuñas regulables que facilitan el correcto posicionamiento del cristal.

En las Figuras 5.75 y 5.76, pueden apreciarse algunos ejemplos de la fijación usual de las lunas con los perfiles premontados (parabrisas, luneta y cristal de custodia).

Figura 7.75. **Fijación de una luna parabrisas con perfil premontado.**



1. Carrocería.
2. Junta labial extrusionada.
3. Masa selladora PUR.
4. Cristal.
5. Junta labial extrusionada.
6. Brida.
7. Masa selladora PUR.

Figura 7.76. **Fijación de una luneta y de una luna de custodia con perfil premontado.**

En este tipo de lunas, la preparación se realiza aplicando una capa de producto activador sobre el borde de la junta vulcanizada. Una vez seco, se aplica encima el cordón de adhesivo.

Figura 7.77. **Aplicación del activador sobre la junta vulcanizada.**

Precauciones a observar

En la preparación de superficies se deben tener en cuenta las siguientes observaciones:

- Seguir en todo momento las instrucciones del fabricante, recogidas en los manuales técnicos, verificando las características de los productos utilizados.
- No limpiar la superficie de las juntas premontadas de las lunas.
- Las lunas con juntas premontadas no deben imprimarse, solo deben activarse.

© Ediciones Paraninfo

- Evitar el contacto del activador y la imprimación, con la pintura de la carrocería y con la luna.
- Utilizar los productos de limpieza especificados (limpiadores, paños o papel).
- En caso de repintarse completamente la carrocería, hay que aplicar una capa de imprimación sobre la pestaña del marco de la carrocería.
- No tocar las superficies cortadas de los cordones de PUR residuales.
- Las lunas con revestimientos cerámicos también deben imprimarse (en caso de emplear piezas nuevas).
- Agitar bien los envases de los productos para conseguir su correcta homogeneización.
- Respetar los tiempos de secado apropiados para cada producto aplicado.
- Mantener bajados los cristales de las puertas, para evitar que se genere una sobrepresión interior al cerrarse las mismas.

Aplicación del adhesivo

Una vez aplicado el promotor de adherencia específico (imprimación o activador en función del tipo de luna), y transcurrido el correspondiente tiempo de secado, se procederá a la aplicación del cordón de adhesivo. Para ello, se mide la altura del perfil de la carrocería sobre la que se aplicará el adhesivo y se añaden 2 mm. Esa medida se traslada a la boquilla de aplicación, realizándose un corte en bisel, completado con una ranura triangular para obtener el perfil de aplicación correcto. Algunos fabricantes suministran las boquillas ya preparadas.

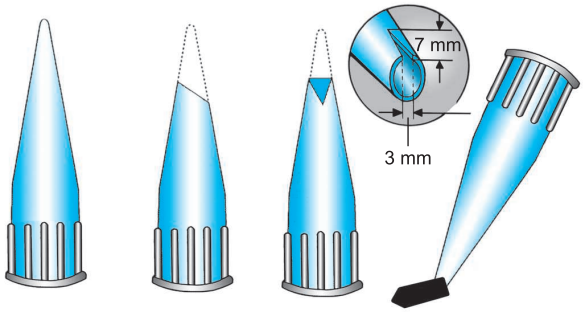


Figura 7.78. Corte correcto de la boquilla de aplicación.

Existen también unas herramientas especiales (tenazas) que realizan el corte en una sola operación. Estas tenazas determinan la geometría óptima del cordón de adhesivo, en correspondencia con la altura del marco de la carrocería. Con ello, se consigue emplear la cantidad justa de adhesivo, manteniendo limpio tanto el interior del vehículo como el marco de fijación.

Figura 7.79. Herramienta para cortar la boquilla de aplicación.

La aplicación debe realizarse de tal forma que el cordón de adhesivo sea continuo y uniforme, sin existir discontinuidades (aún en el caso de tener que cambiar de cartucho durante la operación). El cordón ha de comenzarse por la zona inferior de la luna o la carrocería (en su caso) y se termina teniendo la precaución de cruzar el adhesivo.

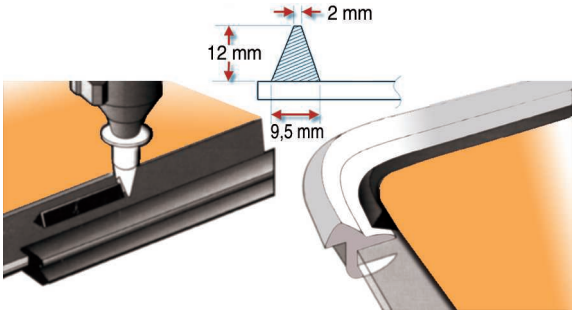


Figura 7.80. Aplicación continua y uniforme del cordón de adhesivo.

El adhesivo ha de aplicarse preferentemente sobre el cristal, ya que la aplicación sobre la carrocería requiere una gran experiencia para situarlo convenientemente, sin correr riesgos de que haya zonas en las que el adhesivo no haga contacto con el cristal.

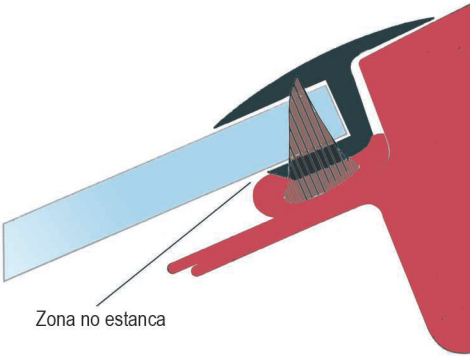
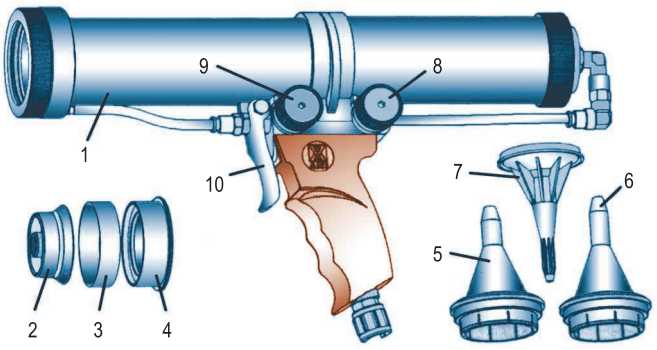


Figura 7.81. Zona no estanca por no haber aplicado el adhesivo sobre el cristal.

© Ediciones Paraninfo

En la Figura 7.83, se, muestra una pistola de aplicación de cartuchos extruibles individuales (poliuretanos monocomponentes 1K).

Figura 7.82. Adhesivo PUR en cartucho y en bolsa.



1. Pistola de aire comprimido.
2. Pistón de nailon para productos en bolsa.
3. Adaptador para productos en bolsa.
4. Adaptador para la aplicación de poliuretanos.
5. Inyector exterior para pulverización con proyección (tipo VW).
6. Inyector exterior para pulverización limpia (tipo Renault).
7. Inyector exterior para atornillar el cartucho.
8. Regulador de presión.
9. Regulador de presión.
10. Gatillo de empuje.

Figura 7.83. Pistola neumática de extrusión para cartuchos de adhesivo de lunas, con accesorios adaptadores.

A continuación se describe el proceso a seguir para la carga de cartuchos y bolsas de poliuretano.

- Cartuchos de poliuretano (Figura 7.84). El proceso operativo consta de las siguientes fases:
  1. Quitar la tapa del fondo del cartucho, que contiene las sales antihumedad.
  2. Romper la membrana de salida del producto.
  3. En otras ocasiones, es necesario cortar el borde roscado del cartucho.
  4. Cortar la boquilla con la geometría adecuada.
  5. Insertar el cartucho en el adaptador. Introducir el conjunto en la pistola y fijar el casquillo de retención.

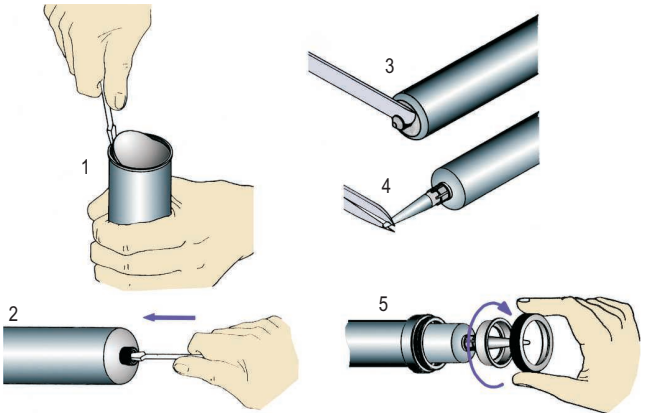


Figura 7.84. Forma de cargar los cartuchos de poliuretano.

- Bolsas de poliuretano (Figura 7.85). En este caso, el proceso es el siguiente:
  1. Conectar la pistola de aire comprimido. Presionar sobre el gatillo a la vez que se abre el regulador de presión para desplazar el pistón interior de la pistola hasta su tope (en sentido de avance).
  2. Atornillar el pistón de nailon en el cabezal del pistón interior.
  3. Empujar hacia atrás el pistón interior.
  4. Montar el adaptador para productos en bolsa, en la parte delantera de la pistola.
  5. Dependiendo de la boquilla (inyector) suministrada con el producto, puede cambiar el tipo de adaptador a montar.
  6. Cortar la bolsa de producto (al nivel de la grapa de cierre) e introducirla en la pistola.

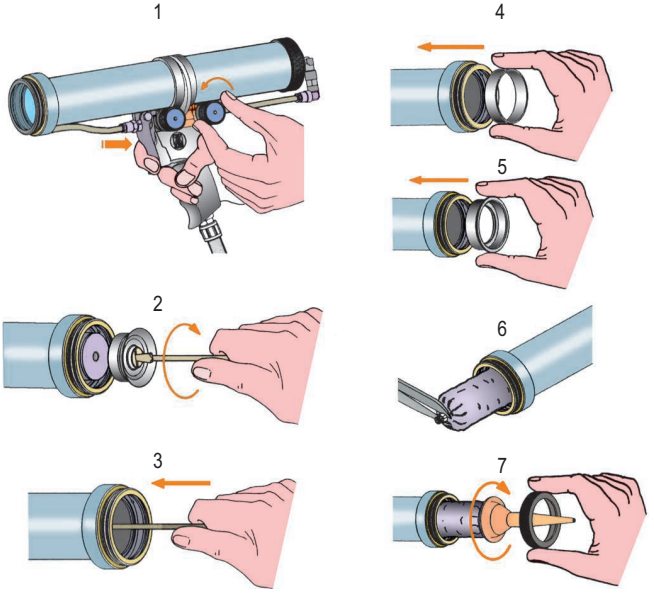


Figura 7.85. Forma de cargar las bolsas de poliuretano.

© Ediciones Paraninfo

7. Fijar el inyector suministrado con la bolsa de producto, mediante el casquillo de retención.

En la Figura 7.86, puede apreciarse la pistola para la aplicación simultánea de dos cartuchos (poliuretanos bicomponentes 2K) observándose la forma de colocar los cartuchos. En cualquier caso, es imprescindible aplicar la presión de aire correcta (de 6 a 8 bares aproximadamente).

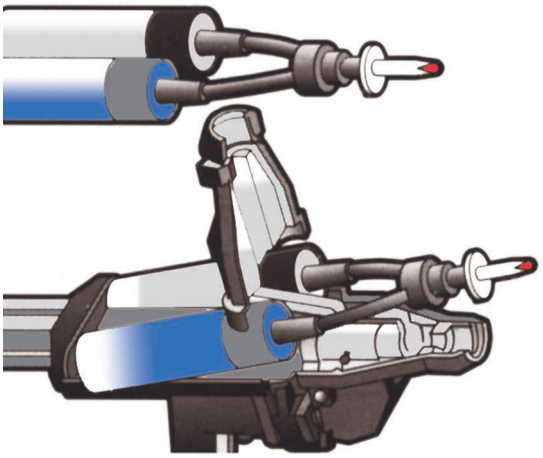


Figura 7.86. Pistola aplicación de productos 2K.

Después de aplicar el cordón de poliuretano (estando aún fresco), ha de colocarse de forma inmediata la luna (antes de 15 minutos). Su traslado se realizará mediante ventosas y se apoyará sobre las cuñas centradoras; a continuación se debe enfrentar sobre el marco con la ayuda de los señalizadores, ejerciendo después una leve presión.

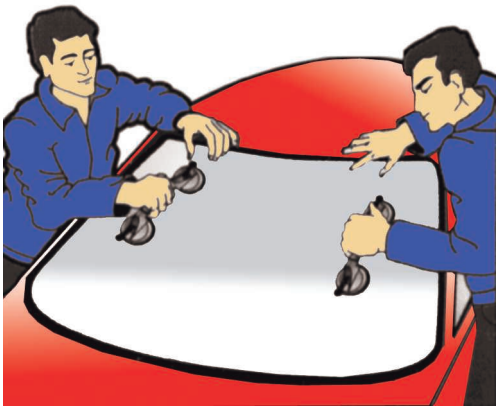


Figura 7.87. Colocación de la luna.

En caso de tener que realizar ajustes en la posición de la luna, estos deben realizarse lo antes posible para evitar interferencias en el proceso de polimerización. En caso de utilizar el equipo de correas y ventosas para fijar correctamente la luna, hay que extremar las precauciones para evitar ejercer una excesiva presión sobre el cristal, ya que el cordón de adhesivo se aplastaría demasiado, reduciendo su capacidad elástica.

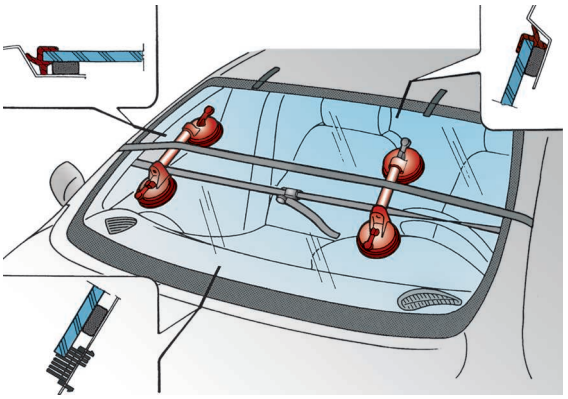


Figura 7.88. Equipo de correas y ventosas para fijar la luna mientras cura el adhesivo.

Antes de colocar de nuevo los elementos desmontados previamente, es recomendable rociar ligeramente con agua el perímetro del adhesivo para acelerar el proceso de curado (el aumento de temperatura también acelera el proceso, pero en menor medida que la absorción de humedad). Si el adhesivo se desborda por la parte interior de los montantes, puede eliminarse con un limpiador apropiado; o, una vez endurecido, cortándolo con una cuchilla y separándolo con unas pinzas.

Durante el tiempo de espera o de salida, en el que el vehículo se encuentra inmovilizado, el interior del habitáculo no debe sufrir ninguna sobrepresión por impactos, calor, etc., por lo que resulta aconsejable mantener las puertas cerradas pero con las ventanillas totalmente bajadas (al menos una).

Figura 7.89. En el montaje de lunas es imprescindible el uso de gafas y guantes.

© Ediciones Paraninfo

Consideraciones sobre la aplicación de adhesivos

Cuando se ha de realizar la aplicación del adhesivo de lunas, conviene tener presente la información relativa a una serie de conceptos como:

- **Cristales con antena integrada.** En los vehículos dotados de cristales con antena integrada (parabrisas o luneta), es indispensable utilizar un adhesivo de lunas que no sea conductor, ya que la recepción de las ondas disminuirá por las interrupciones producidas por los instrumentos eléctricos/electrónicos del vehículo. Asimismo, al no existir paso de corriente, disminuye bastante el riesgo de corrosión por contacto (carrocerías de aluminio). Como dato de referencia para determinar la no conductividad, se toma la resistencia inferior a $10^8\ \Omega \times cm^2$.
- **Módulo elástico.** Indica el grado de rigidez del adhesivo. Cuanto más alto sea el módulo elástico, más resistente será el cordón de adhesivo.
- **Tiempo abierto o de vida.** Es el tiempo disponible una vez abierto el cartucho de adhesivo o mezclados los componentes, para aplicar el cordón y asentar el cristal (formación de piel). Es muy importante tener en cuenta este dato para asegurar una adherencia óptima.
- **Tiempo de salida o espera.** Es el tiempo durante el cual el vehículo ha de permanecer inmovilizado para conseguir el adecuado curado del adhesivo. Durante el mismo, hay que mantener las ventanillas laterales abiertas para evitar la posibilidad de crear una sobrepresión al cerrar todas las puertas.
- **Tiempo de endurecimiento.** Es el tiempo que necesita el adhesivo para quedar en estado sólido. Este tiempo es indispensable para que el adhesivo se adapte de una forma progresiva a los movimientos de la carrocería. Suele ser muy superior (varios días) al tiempo de salida.
- **Velocidad de curado.** Indica el espesor de poliuretano (en mm) que cura en un tiempo dado.

Resumen de las operaciones a realizar en el montaje de una luna pegada

1. Es recomendable abrir las ventanas laterales del vehículo, y proteger el capó y el tablero de instrumentos.
2. Preparar el material necesario:
   - Equipo: pistola de aplicación, herramienta de corte (cizalla de vibraciones, cuchillo térmico, cordón trenzados...), etcétera.
   - Productos: poliuretano de lunas, limpiador desengrasante, activador, imprimación, etcétera.
   - Útiles: ventosas, formones, espátulas, guantes, gafas protectoras, papel de celulosa limpio, aplicadores de imprimación (hisopos), boquillas, calas de caucho, etcétera.

Figura 7.90. Equipo de sustitución de lunas.

3. Presentar la luna sobre su alojamiento en la carrocería, señalando su posición mediante tiras adhesivas (regular, en su caso, las calas o calzos de apoyo).
4. Preparar adecuadamente la luna, en función del tipo y características de la misma:
   - Lunas nuevas provistas de una junta o perfil premontado. En este tipo de lunas hay que utilizar el activador del poliuretano, aplicando una capa sobre la superficie de la junta; dejándolo secar durante unos 5 minutos.
   - Lunas nuevas provistas de imprimación. En este caso, hay que aplicar sobre dicha imprimación una capa de activador/desengrasante.
   - Lunas nuevas con serigrafía o recubiertas por extrusión RIM. La preparación de este tipo de vidrios consiste, en primer lugar, en limpiar la superficie de adhesión con un papel de celulosa impregnado de activador/desengrasante (secándola inmediatamente con otro papel limpio). A continuación, hay que aplicar una capa de imprimación (mediante un hisopo), dejándola secar durante unos 15 minutos.
   - Lunas de reposición. Únicamente conviene nivelar el cordón de poliuretano con un espesor de 1 a 2 mm. Si se desea eliminar la totalidad del poliuretano (utilizando para ello una espátula bien afilada), se procede como en el caso anterior. Conviene tener en cuenta que no conviene aplicar nunca la imprimación sobre los restos del cordón de adhesivo.

© Ediciones Paraninfo

Figura 7.91. Aplicación de imprimación sobre una luna con perfil de extrusión.

5. Preparación de la superficie de la carrocería. En esta fase conviene realizar ciertas consideraciones:
   - Si durante la fase de corte del cordón de poliuretano se ha dañado la protección anticorrosiva de la chapa, hay que aplicar necesariamente una pintura anticorrosión, dejándola secar durante un tiempo estimado por el fabricante.
   - Conviene nivelar el adhesivo restante con un espesor de 1 a 2 mm, teniendo en cuenta que si el montaje se realiza antes del transcurso de 2 horas desde que se realizó el corte, no debe aplicarse ningún producto sobre la superficie del adhesivo residual (una vez nivelado). En caso contrario, hay que aplicar una capa de activador de poliuretano sobre la superficie del adhesivo (nivelado).

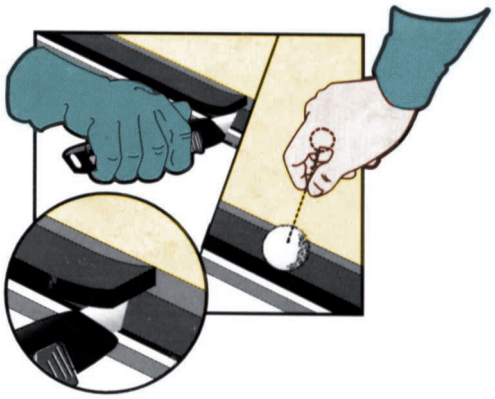


Figura 7.92. Nivelado del cordón de adhesivo residual y aplicación de activador en caso necesario.

   - Si se ha eliminado la totalidad del cordón de adhesivo residual (utilizando un formón de dimensiones adecuadas), hay que aplicar una capa de imprimación (dejándola secar) antes de depositar el nuevo cordón de adhesivo.
6. Montar las tapajuntas o molduras de goma antes de la aplicación del adhesivo.

Figura 7.93. Montaje de las molduras o tapajuntas.

7. Cortar adecuadamente la boquilla de aplicación, en función de la geometría y altura correcta del cordón de adhesivo.

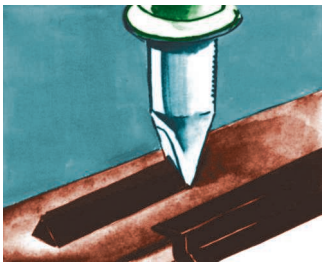


Figura 7.94. Perfil de adhesivo correcto.

8. Aplicar el adhesivo de forma uniforme, sobre la superficie de la luna preferiblemente.
9. Colocar inmediatamente la luna, posicionándola adecuadamente. Para su inmovilización pueden utilizarse correas (cinchos) o cinta adhesiva.

7.3.5. Seguridad e higiene

En primer lugar, resulta imprescindible seguir las instrucciones y recomendaciones especificadas en los productos a emplear. Los riesgos inherentes a la realización de los procesos descritos anteriormente pueden clasificarse en tres grandes grupos:

- Riesgos generados por la utilización de herramientas de corte.
- Riegos generados por el empleo de productos químicos.

© Ediciones Paraninfo

- Riesgos generados por la insuficiente ventilación de las instalaciones.

Como norma general, es indispensable la utilización de guantes y gafas protectoras, para evitar cualquier tipo de incidencia en los procesos de extracción de las lunas del vehículo. También resulta recomendable utilizar mascarillas cuando se utiliza el cuchillo térmico para cortar el cordón de poliuretano.

El uso de adhesivos puede ocasionar efectos nocivos para la piel y las vías respiratorias. Por ello, es imprescindible seguir las indicaciones específicas para su uso correcto, y las normas de carácter general sobre el empleo de productos químicos.

Para mantener las propiedades originales de los cartuchos de adhesivo, su almacenaje debe realizarse en lugares frescos y secos, respetando las fechas de caducidad especificadas en el envase.

La aplicación de los distintos productos que intervienen en los procesos de desmontaje y montaje de lunas ha de realizarse en locales que dispongan de una ventilación adecuada.

Figura 7.95. Simbología de seguridad utilizada en el etiquetado de productos químicos.

Figura 7.96. El almacenaje de productos químicos es recomendable realizarlo en armarios de seguridad específicos.

7.4. Reparación de lunas laminadas

Las roturas que normalmente se aprecian en las lunas parabrisas de los vehículos suelen producirse por el impacto de algún objeto, habitualmente piedras de pequeño tamaño proyectadas por los vehículos precedentes. Resulta evidente que solo pueden repararse las lunas laminadas, puesto que las lunas templadas cuando se rompen se fragmentan en trozos pequeños.

Técnicamente, hoy en día existen en el mercado una serie de productos (resinas) que permiten restituir las características más importantes del vidrio (visibilidad, resistencia estructural, etc.).

A efectos de reparación, la normativa considera faltas leves los daños, siempre que:

- La alteración afecte únicamente a la cara externa del vidrio.

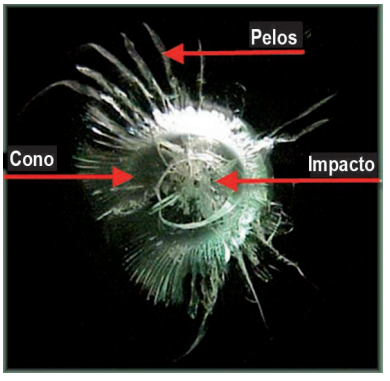


Figura 7.97. Estructura de un impacto sobre el parabrisas.

© Ediciones Paraninfo

- Ningún punto de impacto supere los 5 mm de diámetro.
- La longitud de la mayor fisura no supere los siguientes valores:
  - Vehículos ligeros, daño no reparado (50 mm).
  - Vehículos ligeros, daño reparado (150 mm).
  - Vehículos pesados, daño no reparado (150 mm).
  - Vehículos pesados, daño no reparado (400 mm).

Los daños quedarán fuera de la zona de visión enfrentada al conductor. Esta zona estará delimitada sobre el parabrisas mediante una franja vertical de 30 cm de ancho, enmarcada en altura por el campo de barrido del limpiaparabrisas y centrada en el eje del volante.

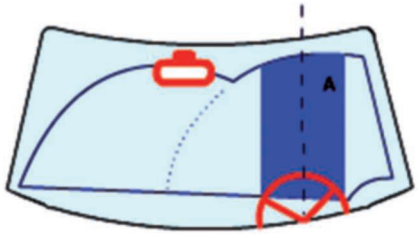


Figura 7.98. **Zonas de daños cuya reparación no está permitida.**

Aparte de las restricciones legales, la reparación de las lunas no es muy recomendable en los siguientes casos:

- Tamaño excesivo del área a reparar (el diámetro del área dañada no debe ser superior a 40 mm).
- Rotura con numerosas grietas (fisuras o pelos).
- Imposibilidad de limpiar totalmente la zona a reparar (por existir separación entre la lámina de PVB y el vidrio).
- Cuando el impacto alcance a la lámina plástica intermedia (PVB).
- No deben coincidir nunca los daños interiores con los exteriores.
- No deben repararse las fisuras que no tengan punto de impacto o que salgan fuera del borde de la luna.

En todos los demás casos en que sea posible técnica y legalmente, la reparación mediante inyección de resina mejorará el parabrisas tanto a nivel estético como estructural.

7.4.1. Identificación de los daños en el parabrisas

Los tipos de roturas más habituales (Figura 7.98), pueden clasificarse como:

a) **Ojo de buey.** Este tipo de rotura se caracteriza principalmente por la ausencia de grietas. Es en el que mejores resultados estéticos se pueden obtener.

b) **Rotura en estrella.** En este caso, es necesaria mucha paciencia para conseguir que la resina rellene todas las fisuras.

c) **Ala de abeja.** Esta rotura es similar a la rotura en estrella, con la característica de que algunas o todas las fisuras presenten salientes. El proceso de reparación exigirá, asimismo, mucha paciencia para conseguir un buen resultado.

d) **Media luna.** El aspecto de la rotura es muy similar al ojo de buey, pero la rotura puede ser impermeable; siendo imprescindible taladrar el vidrio para conseguir introducir la resina.

e) **Hoja de trébol.** La rotura es igual a la de media luna u ojo de buey, con la única diferencia que el impacto contra la luna puede haber ocasionado la separación entre la lámina de PVB y el vidrio. Este efecto se apreciará con claridad cuando se haya completado la reparación. Mientras que la mejora estética no será de un nivel similar al resto, sí lo será en cambio la resistencia estructural obtenida.

f) **Rotura combinada.** Es una rotura que presenta más de un tipo genérico de daño. En su reparación, ha de prestarse atención a las características propias de cada uno de ellos.

Una vez producido el daño, conviene aislar la rotura mediante un plástico adhesivo, para evitar que se introduzca en la misma cualquier tipo de suciedad que pueda dificultar una óptima reparación posterior.

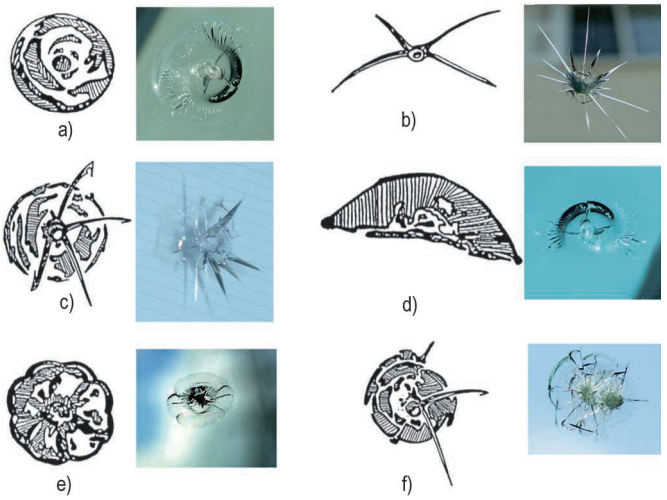


Figura 7.99. **Tipos de roturas por impacto más comunes en las lunas.**

© Ediciones Paraninfo

Figura 7.100. Parche adhesivo para utilizar nada más producirse la rotura.

7.4.2. Equipo de reparación

Aunque hay una gran variedad de equipos para la reparación de lunas laminadas, en general, tienen un funcionamiento similar. Los elementos que suelen incorporar estos equipos (Figura 7.101) son:

1. Punzones para preparación del punto de impacto.
2. Pulimento de acabado.
3. Adhesivo para ventosas.
4. Limpiador de vidrio.
5. Espejo con ventosa.
6. Resina de relleno cristal saltado.
7. Resina relleno de grietas.
8. Cuchilla de corte y nivelado.
9. Hoja de endurecimiento.
10. Lámpara de UV.
11. Soporte de fijación del inyector.
12. Inyector: a) émbolo, b) cilindro de carga, c) junta de cierre.

Figura 7.101. Equipo de reparación de impactos en lunas laminadas.

7.5. Lunas tintadas

Como respuesta al incremento del confort en las superficies acristaladas del automóvil, como se ha referido al principio de la unidad, algunos fabricantes de vidrios desarrollan nuevos tipos de cristales coloreados que consiguen un notable aumento en cuanto a confort y seguridad.

El vidrio templado tintado tiene un alto índice de utilización, obteniéndose mediante la incorporación de agentes colorantes a la composición del vidrio.

Por lo que respecta al vidrio laminado tintado, su utilización se ha potenciado mucho de unos años a esta parte. Este tipo de vidrio se fabrica sustituyendo la interlámina tradicional de PVB por una interlámina pigmentada, lo que permite a diseñadores e ingenieros de automóviles disponer de una extensa gama de colores para combinar el cristal de cualquiera de las ventanas y techos acristalados del vehículo con su carrocería. Los pigmentos empleados en su fabricación son extremadamente duraderos y estables, de manera que se obtienen colores que no se degradan con el tiempo, ni siquiera en condiciones extremas, como exposiciones prolongadas a la luz solar o cambios de temperatura.

Otro método para colorear los vidrios consiste en la utilización de láminas adhesivas coloreadas que se fijan sobre cada uno de los cristales del vehículo.

Figura 7.102. Láminas adhesivas coloreadas.

© Ediciones Paraninfo

Estas láminas o películas presentan las siguientes características:

- El tintado de lunas filtra los rayos del sol rechazando hasta un 70 % de su energía, con lo que el habitáculo estará más fresco y agradable al reducir la temperatura interior del vehículo (Figura 7.103).
- Reducen el deslumbramiento y el cansancio ocular.
- Protegen el interior del vehículo de los rayos UVA (hasta un 99 %), mejorando su aspecto y durabilidad.
- Aumentan la seguridad, ya que en caso de rotura del cristal los fragmentos del mismo no saldrán proyectados al estar pegados a la lámina.

Por lo que respecta a la instalación de las láminas solares, conviene tener presente ciertas consideraciones:

- Las láminas de calidad deficiente se vuelven moradas.

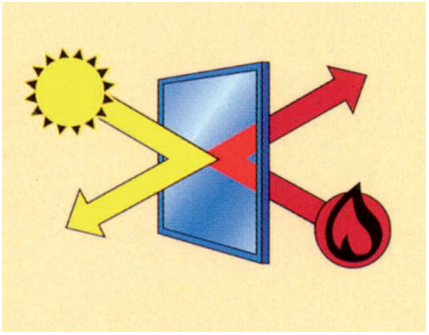


Figura 7.103. Cuando hace calor, las láminas adhesivas coloreadas rechazan hasta un 70 % de la energía solar y del deslumbramiento. Cuando hace frío evitan que salga fuera hasta un 20 % del calor interior.

Figura 7.104. La aparición de ampollas o burbujas son frecuentemente el resultado del uso de soluciones químicas y herramientas o equipos inadecuados.

- Las láminas mal instaladas se ampollan, se agrietan y se despegan.
- La suciedad aprisionada y los residuos son muestras de una instalación deficiente.
- No todas las láminas tienen una capa resistente a las grietas.
- Muchas láminas no tienen garantía del fabricante.

7.5.1. Mantenimiento de las láminas solares

Las películas para tratamiento del vidrio no requieren otro mantenimiento que no sea la limpieza de rutina del cristal. Una vez que la película haya sido instalada y curada, la capa resistente a las grietas en la superficie externa de la misma la protegerá de ser dañada. Sin embargo, aun así, se deberá tomar cuidado en la limpieza de la superficie del vidrio sobre el cual se ha aplicado la película. En general, hay que seguir los consejos habituales para limpiar los cristales.

1. Utilizar cualquier solución para limpieza de cristales en el hogar, o simplemente agua jabonosa.
2. No utilizar ninguna solución que contenga material abrasivo, como por ejemplo bicarbonato de sodio.
3. No utilizar instrumentos puntiagudos o cortantes que puedan cortar o perforar la película.
4. Utilizar un paño suave, sin pelusa, o esponjas sintéticas para aplicar las soluciones de limpieza.
5. Utilizar un paño suave o un secador de goma para secar el cristal.

Figura 7.105. Útiles de limpieza adecuados para la operación de instalación de láminas solares.

© Ediciones Paraninfo

PROCESO DE SUSTITUCIÓN DE UNA LUNA PARABRISAS

1 Estado del parabrisas fracturado.

2 Protección interior del vehículo.

3 Protección de las zonas exteriores.

4 Bajar la ventanilla para evitar las sobrepresiones interiores.

5 Preparación del material.

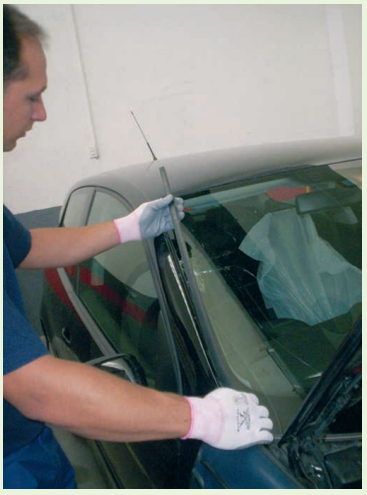
6 Desmontaje de los limpiaparabrisas.

© Ediciones Paraninfo

7 Desmontaje de la goma de contorno.

8 Desmontaje de la tapa del torpedo.

9 Desmontaje del protector exterior.



10 Desmontaje del espejo retrovisor.

11 Desmontaje de la fijación del guarnecido del pilar.

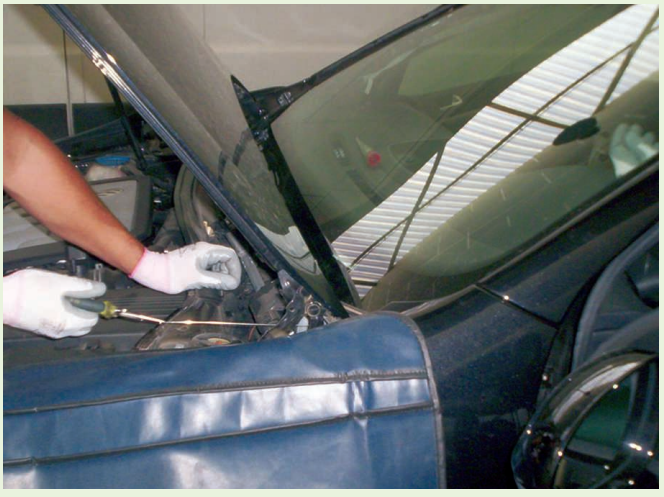
12 Desmontaje del guarnecido del pilar izquierdo.

© Ediciones Paraninfo

13 Detalle del hilo de corte y la punta del espadín.

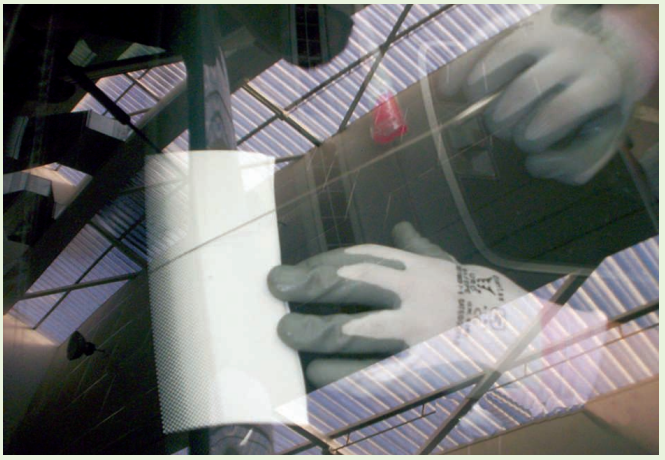
14 Pasando el hilo a través del cordón con la ayuda del espadín, desde el interior.

15 Tirar del hilo desde el exterior con el alicate.



16 Desmontaje

17 Introducir una pantalla de plástico duro para proteger el salpicadero.



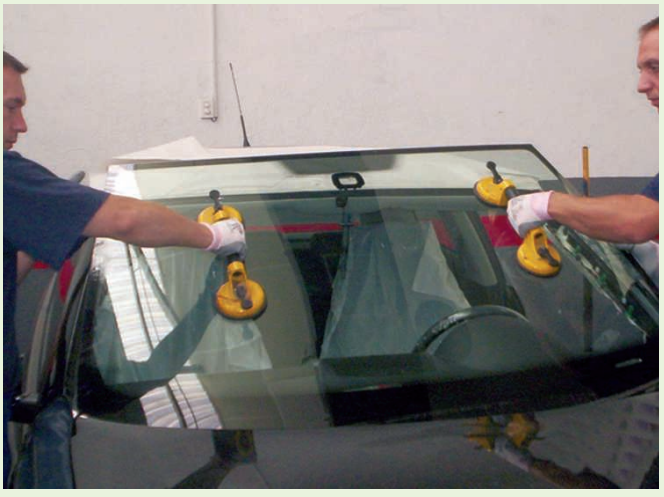
18 Comienzo del corte del cordón.

© Ediciones Paraninfo

19 Avance para continuar cortando el cordón.

20 Corte de todo el perímetro.

21 Retirada del parabrisas deteriorado.



22 Soplado del contorno.

23 Limpieza de restos adheridos.

24 Corte del sobrante y nivelación del cordón.

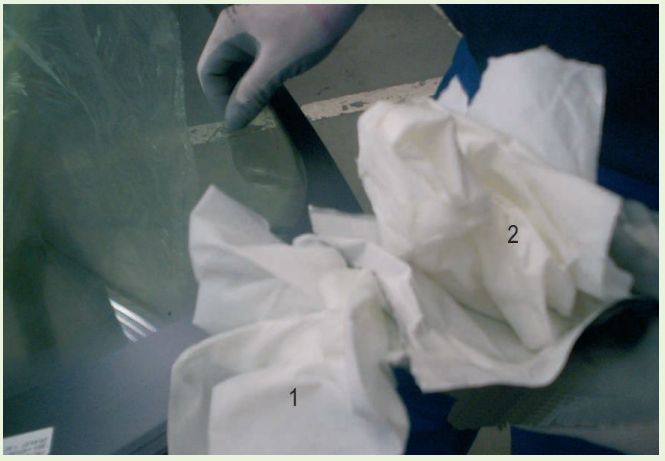
© Ediciones Paraninfo

25 Zona del marco desprotegida.

26 Imprimación de zonas desprotegidas.

27 Preparación del parabrisas nuevo.

28 Paños para limpiar específicos, (1) desengrasado, (2) limpieza.



29 Desengrasado con el paño del disolvente, que remueve los restos de grasa.

30 Limpieza con el paño limpio con el que se eliminan los restos removidos.

© Ediciones Paraninfo

31 Imprimación del cristal del parabrisas.

32 Aplicación del cordón en el marco, comenzando en el centro de la parte inferior.

33 Aplicación por todo el contorno.

34 Finalización de la aplicación del cordón.

35 Preparación para evitar que el adhesivo se pegue en los dedos.

36 Unión de los extremos del cordón.

© Ediciones Paraninfo

37 Presentación del parabrisas.

38 Colocación final.

39 Fijación del parabrisas para que no se deslice sobre el cordón blando por su peso.

40 Reposición de los accesorios, revestimiento del pilar.

41 Fijación del guarnecido.

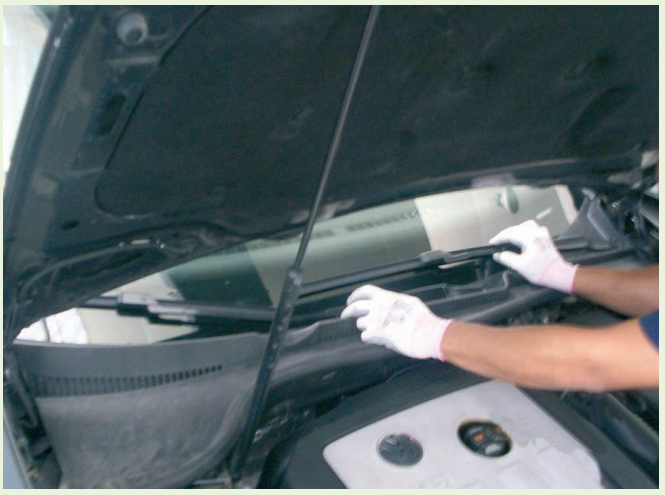
42 Moldura lateral.

© Ediciones Paraninfo

43 Cubierta del torpedo.

44 Goma de contorno.

45 Raquetas limpiaparabrisas.



46 Limpieza final.

© Ediciones Paraninfo

PROCESO DE REPARACIÓN DE UNA LUNA LAMINADA

En síntesis, el proceso de reparación de lunas laminadas consiste en introducir, a presión, en el interior de la rotura una resina capaz de restituir parte de las características más importantes del vidrio: visibilidad y resistencia. Aunque existen en el mercado diferentes equipos para realizar este tipo de reparación, el proceso operativo en sí no varía sustancialmente.

Como norma general, es necesario realizar una inspección de la rotura, antes de iniciar la reparación, para verificar la ausencia de agua o de residuos.

El proceso a seguir, utilizando el equipo antes descrito, consta de las siguientes fases:

1. Lavar y limpiar convenientemente la luna para eliminar la suciedad, y evitar que pueda interferir en el proceso de reparación. Es muy importante aislar la rotura mediante un plástico adhesivo (en el caso de no haberlo puesto con anterioridad) para evitar la entrada de agua que pueda dificultar el perfecto relleno y secado de la resina, o su decoloración.
2. Acoplar un espejo en el interior del vehículo (mediante una ventosa), para poder apreciar el lado interior de la rotura y observar así el relleno de resina.

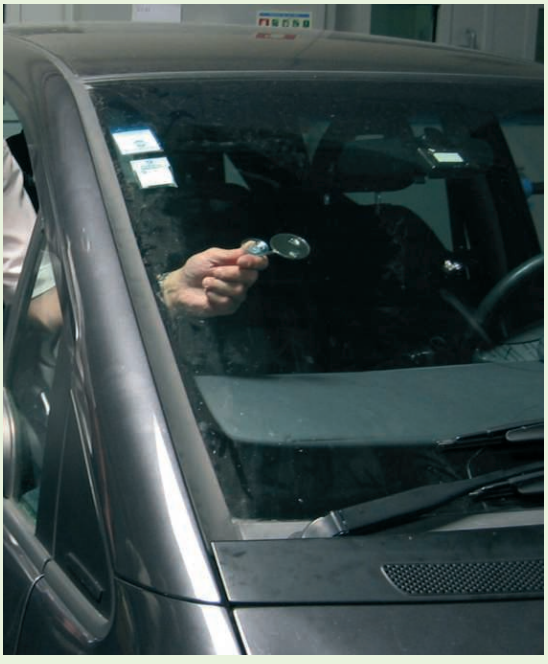


Figura 7.1. Colocación del espejo.

3. Medir la temperatura de la luna. Para ello se utiliza un termómetro de lámina que se adhiere sobre la superficie del cristal. La temperatura adecuada para realizar la reparación debe estar comprendida entre los 13 y los 24 °C. Una temperatura más baja puede dificultar el que la resina llene completamente la fisura; por el contrario, una temperatura excesiva puede extender aún más el daño.
4. Limpiar la zona de rotura de cualquier resto de vidrio fragmentado que pueda dificultar el paso de la resina. Esta operación suele realizarse con un punzón (Figura 7.2). Utilizar el cepillo para eliminar los restos de vidrio suelto (*no utilizar aire a presión para realizar esta operación*).

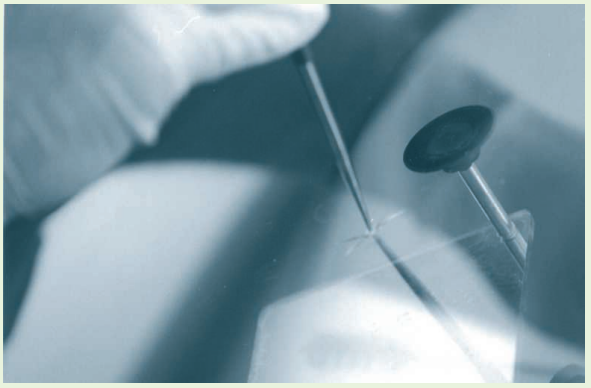


Figura 7.2. Eliminación de pequeños trozos de vidrio sueltos.

5. En muchas ocasiones conviene taladrar la capa de vidrio en el punto del impacto, para facilitar la introducción de la resina (Figura 7.3). Igualmente, en el caso de fisuras o grietas («pelos») es aconsejable taladrar el final de las mismas para facilitar en lo posible el relleno con resina, y evitar que continúen extendiéndose.

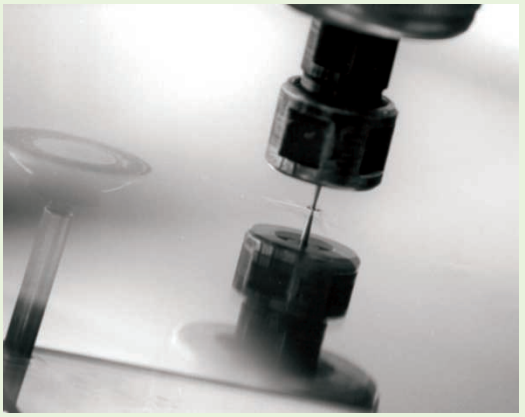


Figura 7.3. Taladrado de la capa de vidrio para facilitar la entrada de la resina.

© Ediciones Paraninfo

6 Humedecer la junta con un poco de gel adhesivo y acoplar el inyector centrado sobre la rotura mediante el espejo interior para que la junta de estanqueidad coincida perfectamente sobre la zona de impacto.

La presión del inyector sobre la luna queda determinada cuando la junta hace contacto y comienza a aumentar su sección dos o tres milímetros, un apriete excesivo del pistón puede acentuar más el daño.

Figura 7.4. **Colocación del inyector.**

7 Retirar ligeramente el émbolo del cristal y recargarlo con unas doce gotas de resina de relleno.

8 Roscar el émbolo suavemente hasta que la resina asoma por la junta, aproximadamente la mitad de su recorrido total.

9 Asentar de nuevo la junta sobre el cristal roscando el cilindro sobre el soporte.

10 Con el inyector bien ajustado sobre la fisura comenzar realizando un vacío para extraer la humedad y facilitar la posterior entrada de la resina. Para ello se desenrosca el pistón un par de vueltas y se espera aproximadamente un minuto o minuto y medio.

11 Comenzar la inyección de resina roscando suavemente el émbolo e ir observando en el espejo cómo va penetrando (se ve cómo va desapareciendo el principio de la fisura). Esperar durante cinco o diez segundos.

Repetir las operaciones de vaciado y rellenado ocho o diez veces según lo requiera la reparación, los intervalos de tiempo se realizarán siguiendo las indicaciones del fabricante. En la Figura 7.6 se puede observar el tamaño de la burbuja en el extremo del inyector en los procesos de inyección y aspiración.

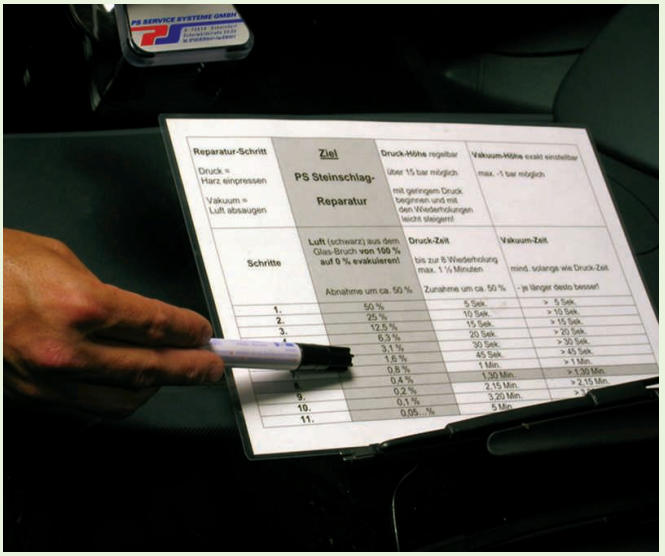


Figura 7.5. **Seguir los tiempos marcados por el fabricante.**

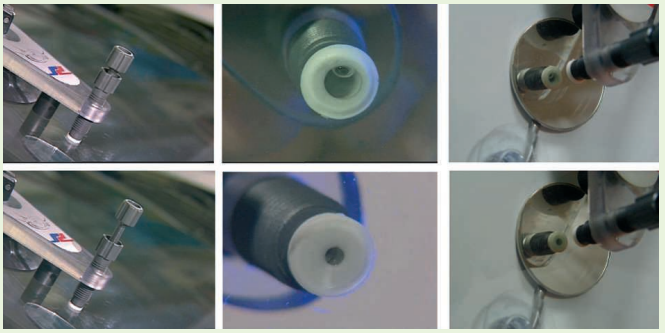


Figura 7.6. **Detalle de junta y burbuja durante la inyección (arriba) y aspiración (abajo).**

12 Una vez que la resina ha penetrado en todas las fisuras se retira el soporte con el inyector y el espejo.

13 Colocar una lámpara de rayos UV (ultravioleta) sobre el área de la reparación y aplicar durante cinco minutos para el secado de la resina de fisuras.

© Ediciones Paraninfo

PROCESO DE INSTALACIÓN DE LÁMINAS SOLARES

La instalación de estas láminas suele realizarse en las fases siguientes:

Fase 1. Limpieza exterior

En primer lugar debe limpiarse bien la parte exterior de cada panel con movimientos en dirección a las agujas del reloj (comenzando en la puerta lateral delantera del pasajero). Con ello se pretende disminuir el riesgo de contaminación por suciedad y darle a la lámina una mejor adherencia sobre el cristal durante la operación de recorte. Conviene tener la precaución de que cada cristal se deslice suavemente hacia abajo para limpiar bien el borde superior del vidrio, donde es muy probable que quede atrapada la mayor cantidad de polvo (normalmente basta con utilizar un buen limpiador de cristales para esta finalidad). El recorte de la película a su tamaño se hará (generalmente) sobre la superficie exterior. Esta operación es rápida y cuando se dominan algunos trucos, sumamente precisa. Por último, la película se instalará sobre la superficie interna del cristal.

Figura 7.1. **Limpieza exterior.**

Fase 2. Corte del patrón

La parte exterior del cristal se pulveriza ligeramente con la solución de aplicación de la película («FilmOn»). Seguidamente se sitúa la lámina, con el protector hacia fuera, se posiciona cuidadosamente, y se recorta a su tamaño a lo largo del perímetro. En esta operación conviene aprovechar las molduras del borde, utilizándolas como guías de borde para dirigir la cuchilla o el elemento cortante, teniendo cuidado de sostener la cuchilla en una posición que corte solamente la película (cuidando las juntas).

En la mayoría de las ocasiones, los talleres especializados disponen de un amplio banco de datos con la medida del acristalamiento de numerosos modelos de vehículos. En este caso, basta con seleccionar el modelo en cuestión y el plóter se encarga de cortar las láminas y dejarlas listas para su colocación.

Con frecuencia, es preferible instalar todas las ventanas laterales antes de realizar la instalación sobre la luneta, ya que en teoría es mejor hacer primero los cristales más fáciles.

Figura 7.2. **Colocación de la lámina para comprobar el tamaño del patrón.**

Figura 7.3. **Recorte de la lámina.**

Figura 7.4. **Recorte asistido mediante ordenador.**

© Ediciones Paraninfo

Fase 3. Aplicación de calor

Una vez que se ha recortado la lámina a su tamaño, hay que prestar atención a las posibles curvaturas que presente el cristal. Generalmente, el cristal trasero (y también muchas ventanas laterales) tienen una leve curvatura esférica, que impide que la película se adhiera en forma plana sobre el cristal. En estos casos es necesario utilizar un generador de calor para contraer con precisión la película y adaptarla a las curvas del cristal. La aplicación de calor es probablemente el procedimiento simple más importante para acelerar el proceso de instalación y alcanzar resultados más profesionales.

Figura 7.5. **Aplicación de calor.**

Fase 4. Limpieza interior del cristal

Cuando se han terminado los recortes y cualquier aplicación de calor necesaria, se deberá limpiar el interior de la superficie del cristal con un fuerte agente de limpieza líquido. A tal fin, la mayoría de las superficies pueden frotarse con un paño de nailon para eliminar los contaminantes oleosos. Finalmente, una vez que el cristal quede enjuagado y limpio, hay que frotar los bordes suavemente con un paño o papel absorbente hasta secarlos. Hay que tomar precauciones especiales cuando se limpien cristales traseros (particularmente los que poseen dispositivos antiempañamiento y bordes con revestimientos de protección).

Figura 7.6. **Limpieza interior del cristal.**

Fase 5. Desmontaje del protector

Una vez limpio el cristal, se retira el protector de la lámina y el adhesivo expuesto se pulveriza con la solución de aplicación. Esto desactiva temporalmente el adhesivo sensible a la presión y permite que la película se deslice suavemente por la superficie interior limpia del cristal.

Figura 7.7. **Desmontaje del protector.**

Fase 6. Colocación de la lámina en ventanas laterales

Una vez retirado el protector y la solución de aplicación pulverizada tanto en el cristal como en el lado adhesivo de la lámina, a continuación deslizar esta hasta su lugar correcto.

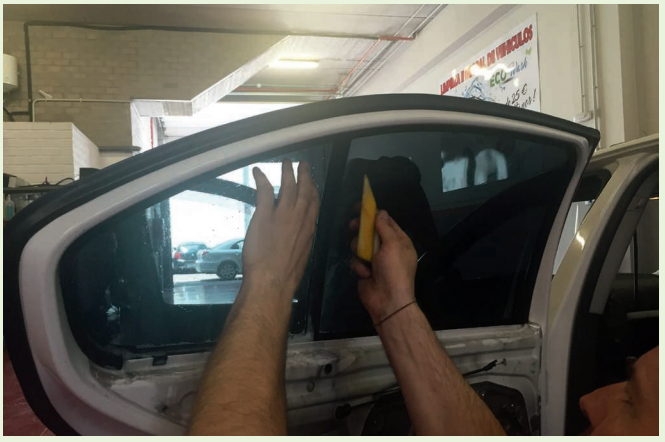


Figura 7.8. **Colocación de la lámina en cristales laterales.**

Fase 7. Colocación de la lámina en cristales traseros

Como ya se ha referido, estos cristales son los que suelen presentar los mayores problemas. El proceso de adaptar la lámina requiere gran cuidado para que la lámina, una vez mojada, se haga flotar hacia su lugar correcto.

© Ediciones Paraninfo

Figura 7.9. **Colocación de la lámina en cristales traseros.**

Fase 8. Enjuague (proceso para extraer la solución de aplicación pulverizada con el fin de que se inicie la adhesión)

Una vez que cada lámina se ubique en su posición definitiva, la superficie del cristal se pulveriza nuevamente con la solución de aplicación para lubricar la escobilla de enjuague. Existen dispositivos especiales que se utilizan en esta escobilla, y que son capaces de extraer todas las «burbujas de aire» y la mayor cantidad posible de residuos de solución de aplicación. La humedad residual se irá secando a través de las capas de la lámina, en cuestión de días. El tiempo de secado variará y dependerá de la temperatura, humedad, composición de la lámina y cantidad de humedad que haya quedado después del enjuague.

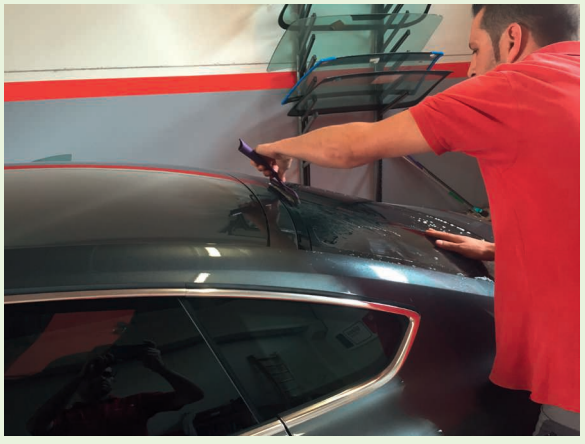


Figura 7.10. **Enjuague.**

Todos los bordes de las películas se controlan y se sellan con espátulas de teflón *hard card* (o cualquier otro útil similar). Se deben sellar todos los bordes para evitar que las partículas de aire, agua y polvo se filtren bajo la película durante el proceso de secado. Con frecuencia, estas herramientas para trabajar los bordes están cubiertas con un material absorbente delgado (papel absorbente o tela de algodón) para retirar la humedad extraída.

Figura 7.11. **Control de bordes y sellado.**

Una vez que la instalación ha concluido, todos los cristales se secan (por dentro y por fuera) para eliminar posibles vetas y manchas. Las eventuales burbujas residuales se eliminarán con la espátula especial.

Figura 7.12. **Limpieza final.**

© Ediciones Paraninfo

Figura 7.13. **Eliminación de burbujas residuales.**

Figura 7.14. **Juego de espátulas especiales para ajustar láminas solares.**

© Ediciones Paraninfo

CUESTIONES

7.1. Indica las diferencias más notables entre los vidrios laminados y los vidrios templados.

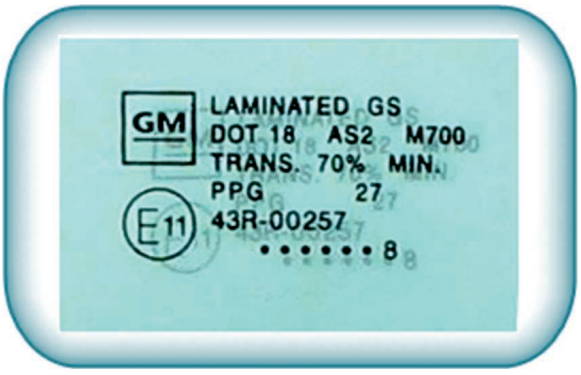
7.2. Resume la función principal de cada uno de estos elementos básicos que forman el vidrio:

- Vitrificantes.
- Fundentes.
- Estabilizantes.

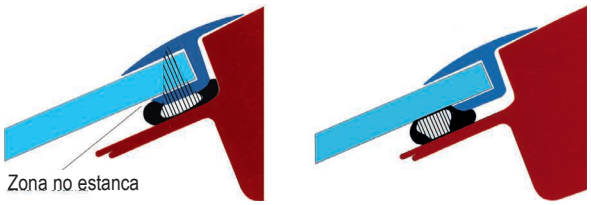
7.3. Señala las características más importantes de los siguientes elementos que pueden incorporar las lunas:

- Sekuriflex.
- Degradé.
- Embasse.
- Perfiles premontados.

7.4. Identifica las características que vienen especificadas en el siguiente sello de marcaje de una luna.



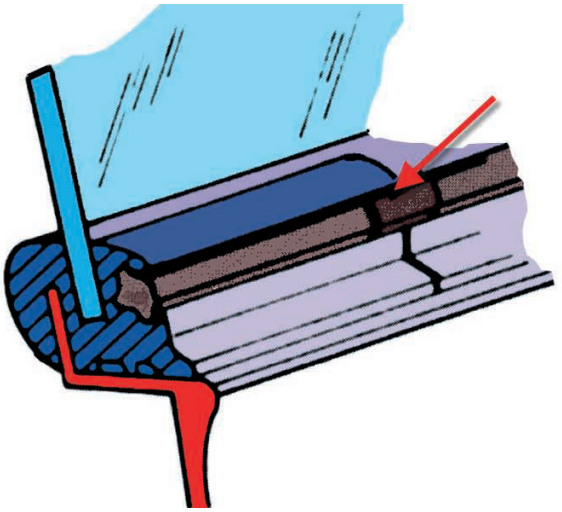
7.5. Determina la principal diferencia entre las figuras siguientes:



7.6. Señala las principales diferencias existentes entre las siguientes denominaciones de adhesivos (poliuretanos):

- PU y PUR.
- PUR 1K y PUR 2K.

7.7. ¿Qué función tiene el junquillo de las gomas de contorno montadas sobre las lunas calzadas? Describe el procedimiento habitual para su desmontaje.



7.8. Durante el proceso de montaje de una luna, ¿para qué se utilizan las imprimaciones?, ¿y los activadores?

7.9. ¿Por qué es aconsejable mantener bajados los cristales de puerta, mientras se realiza el curado del adhesivo de lunas?

7.10. ¿Cuáles son las principales ventajas que aporta la instalación de las láminas solares sobre los cristales del vehículo?

7.11. ¿Cuáles son los espesores estándar de los vidrios empleados en el automóvil?

© Ediciones Paraninfo

7.12. Anota al menos cuatro sistemas empleados para cortar el cordón de adhesivo

7.13. ¿Qué es una cortadora de hojas flexibles?

7.14. Enumera las características principales de un adhesivo de lunas.

7.15. Si al cortar el cordón de adhesivo de la luna aparece chapa desnuda, ¿qué tipo de imprimación se debe aplicar?

7.16. ¿Qué es el módulo elástico?

7.17. ¿Qué tres grupos de riesgos específicos conllevan las operaciones de cambio de lunas?

7.18. ¿Para qué se coloca un espejo en el interior del vehículo en la reparación de lunas?

7.19. ¿Para qué se emplea la lámpara de rayos UV?

7.20. Define qué es el vidrio.

7.21. ¿Cuáles son los componentes principales del vidrio?

7.22. Indica las diferencias más notables entre los vidrios laminados y los vidrios templados.

7.23. Anota diez elementos del equipo de reparación de lunas laminadas.

7.24. ¿Es necesario emplear gafas de protección para poder desmontar una luna que no esté rota? Razona la respuesta.

7.25. Para colocar una luna laminada nueva, ¿es necesario eliminar todo el cordón adhesivo de la anterior? Razona la respuesta.

7.26. ¿Qué es el «tiempo de vida» de un adhesivo? ¿Y el tiempo de curado?

7.27. Indica en qué casos de rotura del parabrisas no se debe reparar.

7.28. ¿Cuáles son los principales métodos utilizados para colorear los cristales? Resume brevemente las características diferenciales de cada uno de ellos.

© Ediciones Paraninfo

ACTIVIDADES PROPUESTAS

7.1. Clasifica los vehículos de prácticas de tu centro educativo, en función del porcentaje de su superficie acristalada. Determina la magnitud de los ángulos muertos, en cada caso.

7.2. Identifica las características que aparecen en los sellos de marcaje de los cristales de los vehículos anteriores.

7.3. Compara, analizando sus ventajas e inconvenientes, los distintos equipos existentes para realizar el corte del cordón de poliuretano.

7.4. Identifica distintos tipos de roturas de lunas, producidas por el impacto de pequeños objetos, analizando el grado de reparabilidad de las mismas.

7.5. Realiza un ejercicio de desmontaje y reposición de una luna calzada.

7.6. Realiza un ejercicio de desmontaje y reposición de una luna pegada.

7.7. Realiza, si es posible, un ejercicio de instalación de láminas solares.

© Ediciones Paraninfo

Reparación de elementos metálicos

8

CONTENIDOS

8.1. Elementos de la carrocería
8.2. Fabricación de la carrocería
8.3. Reparación de la carrocería
8.4. Útiles del chapista
8.5. Análisis de daños en elementos metálicos
8.6. Diagnóstico de anomalías
8.7. Tipos de abolladuras según su origen
8.8. Niveles de reparación en elementos metálicos
8.9. Tratamientos aplicados en la reparación de la chapa en zonas accesibles
8.10. El desabollado
8.11. Operaciones básicas del chapista sin aplicación de calor
8.12. Técnica para la reparación en frío
8.13. Reparación con aportación de calor
8.14. Reparación de elementos metálicos en zonas con difícil acceso y zonas cerradas
8.15. Técnicas y medios utilizados en la reparación de daños en zonas no accesibles
8.16. Técnicas de desabollado mediante elementos soldados
8.17. Equipos de retracción de elementos soldados con sistema de palancas
8.18. Desabollador neumático
8.19. Técnicas de desabollado sin deterioro de pintura
8.20. Ventosas convencionales y neumáticas
8.21. Ventosas adhesivas
8.22. Equipo de varillas y barras de desabollar sin deterioro de la pintura
8.23. Equipo *ding puller*
8.24. Reparación mediante arandelas adhesivas y palancas
8.25. Reparación mediante equipos de inducción
8.26. Reparación de una abolladura mediante la aplicación de calor y frío
8.27. Cuadro sinóptico de los procesos de reparación de elementos metálicos
8.28. Tratamiento de igualación de superficies
8.29. Relleno con aleación de estaño-plomo
8.30. Nuevos productos de relleno como alternativa al estaño-plomo
8.31. Seguridad y salud laboral. Riesgos inherentes al área de reparación de elementos metálicos

OBJETIVOS

- Adquirir unas nociones básicas sobre los elementos de la carrocería y los diferentes materiales utilizados en su fabricación.
- Conocer las técnicas básicas de fabricación.
- Familiarizarse con las diferentes herramientas y equipos utilizados por el chapista en operaciones de reparación de elementos metálicos.
- Identificar las particularidades en las reparaciones de carrocerías de aluminio.
- Aprender a deducir el método de reparación más apropiado.
- Conocer los equipos y las técnicas para reparar elementos dañados en zonas de difícil acceso y zonas cerradas mediante elementos soldados.
- Adquirir una idea general del método a seguir para diagnosticar las intervenciones oportunas en la reparación de elementos metálicos dañados.
- Aprender a utilizar los diferentes medios para diagnosticar anomalías.
- Interpretar cuándo se trata de un golpe con daño directo o indirecto.
- Adquirir conocimientos sobre los diferentes materiales y técnicas de reparación.
- Conocer las técnicas y los equipos para la reparación sin producir daños en la pintura.
- Sensibilizar sobre la importancia de la seguridad y salud laboral en el desarrollo de cada proceso.

Introducción

La competencia que existe en el sector del automóvil es una de las razones por las que los fabricantes se ven obligados y motivados a investigar y desarrollar continuamente para mejorar la calidad de sus vehículos:

- Mejorando las prestaciones, con motores más potentes y carrocerías más ligeras.
- Realizando diseños innovadores, mediante perfiles complejos que resulten actuales y atractivos.
- Ampliando el número de sistemas de confort, racionalizando espacios habitables, y haciendo más cómoda la instrumentación y el manejo del vehículo.
- Incorporando diferentes sistemas de seguridad, tales como barras laterales, airbag, ESP, y un largo etcétera que hacen que sus vehículos sean más seguros y competitivos.

Todas estas mejoras deben incorporarse sin apartarse de los límites que establecen las normas de seguridad y respetando el medio ambiente.

Para conseguirlo, se ven obligados a ajustar la calidad de los materiales, las técnicas de fabricación e incluir en sus vehículos nuevos sistemas que les permitan cumplir todos los requisitos anteriores.

Estos cambios afectan muy directamente a la reparación de las carrocerías. Al incluir una gran cantidad de sistemas para mejorar determinados aspectos del automóvil supondría un incremento considerable de peso que mermaría en parte las prestaciones previstas. Para paliar en gran medida el inconveniente de exceso de peso final, muchos de los fabricantes optan por utilizar materiales más ligeros, tales como aceros especiales, aluminio, plástico y magnesio que igualando o mejorando el comportamiento de los materiales más tradicionales, tienen un menor peso específico y por consiguiente su utilización da como resultado un peso final del vehículo muy inferior. Sin embargo, todo ello obliga al chapista a cambiar la mentalidad y los hábitos de reparación y adaptarse a las nuevas circunstancias para trabajar con materiales distintos y métodos y equipos de reparación específicos.

Para llevar a cabo una correcta reparación es necesario conocer estas innovaciones y utilizar los métodos, las técnicas y las máquinas de reparación que sean compatibles con los nuevos sistemas y materiales. Si no se tiene debidamente en cuenta estos cambios, se podrá comprometer seriamente la seguridad pasiva del vehículo y la calidad del acabado en las piezas.

A la hora de proceder a la reparación, deben conocerse bien los sistemas de seguridad que interfieren, de forma que no queden anulados o sean activados accidentalmente.

Esto se consigue:

- **Utilizando manuales** y documentación que permitan conocer suficientemente las características de los sistemas de seguridad que pueden interferir en el desarrollo de la reparación.
- **Conociendo los materiales** de las diferentes piezas del vehículo y las técnicas de reparación recomendadas por los fabricantes, puesto que ellos han investigado diferentes formas de reparación y saben cuál es la idónea para mantener la seguridad de sus vehículos.
- **Empleando técnicas y maquinaria** apropiadas a los nuevos sistemas de reparación.

No hay que olvidar que en la fabricación de carrocerías de automóviles, el acero sigue siendo en la actualidad el material empleado mayoritariamente, a pesar de la progresiva implantación de los nuevos materiales, por lo que la reparación de chapa de acero es la que se lleva la mayor parte del tiempo.

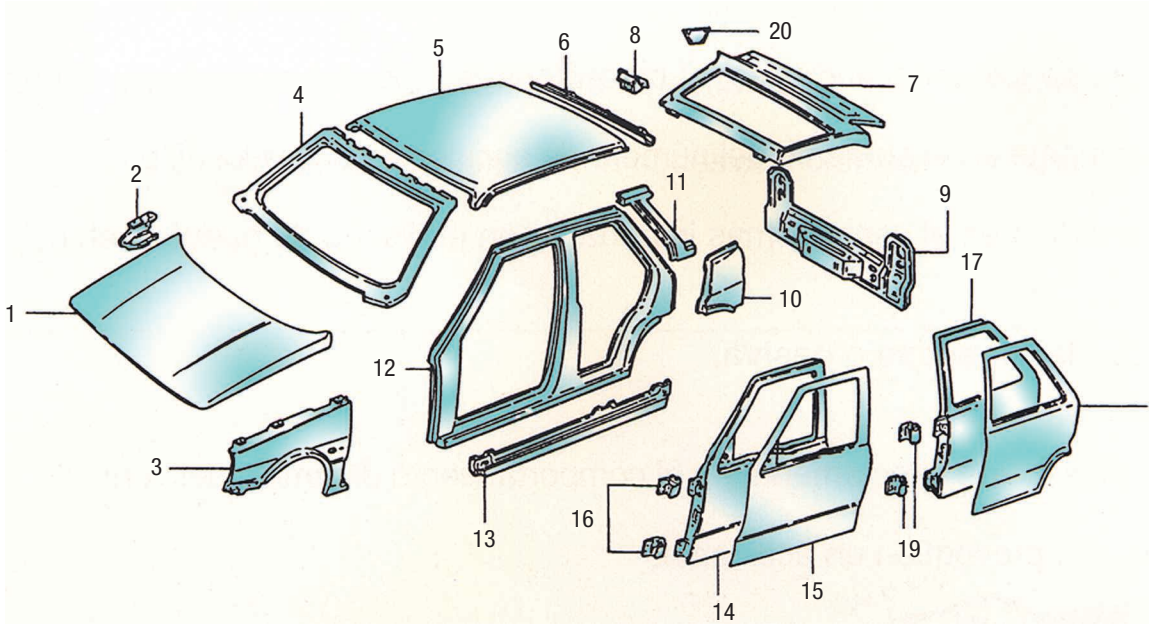
8.1. Elementos de la carrocería

Para familiarizarse con los nombres más comunes de las piezas de la carrocería a continuación, en la página siguiente, se muestra un despiece de la misma en dos figuras.

En la primera figura aparecen las piezas exteriores, que se caracterizan por su función casi exclusivamente estética, mientras que en la segunda se muestran las interiores, que destacan por su carácter de resistencia.

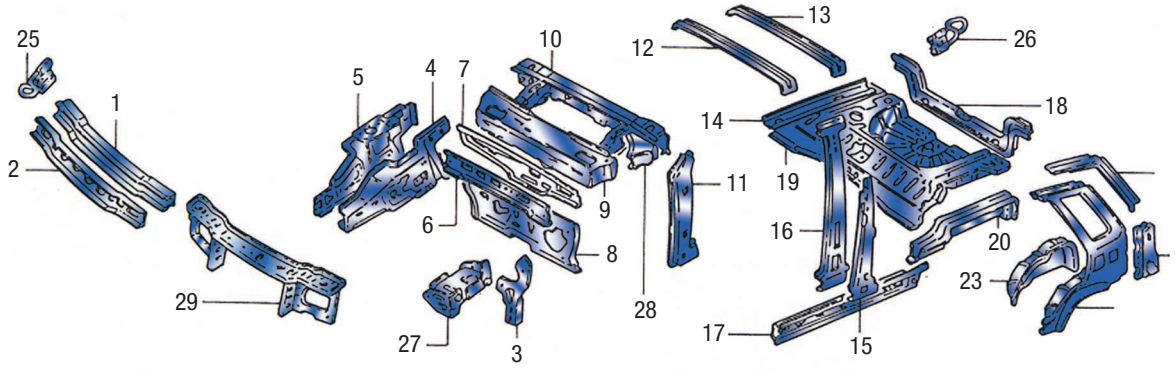
A continuación, y después de conocer una serie de conceptos previos, se analizan los materiales más empleados en la carrocería del automóvil para pasar después a analizar con detenimiento la fabricación y reparación de carrocerías.

© Ediciones Paraninfo



Elementos exteriores de la carrocería

1. Capó delantero.
2. Bisagra del capó.
3. Aleta delantera.
4. Marco de luna.
5. Techo.
6. Refuerzo posterior del techo.
7. Portón trasero.
8. Bisagra del portón trasero.
9. Faldón.
10. Aleta trasera.
11. Marco de luna de custodia.
12. Lateral completo.
13. Estribo.
14. Puerta delantera.
15. Panel de puerta delantera.
16. Bisagras de puerta delantera.
17. Puerta trasera.
18. Panel de puerta trasera.
19. Bisagras de puerta trasera.
20. Tapa del depósito de combustible.



Elementos interiores de la carrocería

1. Traviesa inferior delantera.
2. Cierre de traviesa inferior delantera.
3. Soporte de sujeción del paragolpes.
4. Larguero delantero.
5. Cierre del larguero delantero.
6. Traviesa del salpicadero.
7. Refuerzo del salpicadero.
8. Panel frontal del salpicadero.
9. Salpicadero superior.
10. Traviesa de sujeción del cuadro de mandos.
11. Refuerzo del montante delantero.
12. Traviesa anterior del techo.
13. Traviesa central del techo.
14. Refuerzo lateral del techo.
15. Refuerzo del montante central.
16. Cierre del montante central.
17. Cierre del estribo.
18. Refuerzo del faldón.
19. Piso maletero con largueros traseros.
20. Larguero trasero.
21. Cierre de aleta trasera.
22. Refuerzo de custodia.
23. Pase de rueda trasero.
24. Refuerzo posterior de cierre de aleta.
25. Soporte delantero de remolque.
26. Soporte trasero de remolque.
27. Soporte de batería.
28. Refuerzo del salpicadero.
29. Frente delantero.

© Ediciones Paraninfo

Figura 8.1. **Elementos exteriores de la carrocería.**

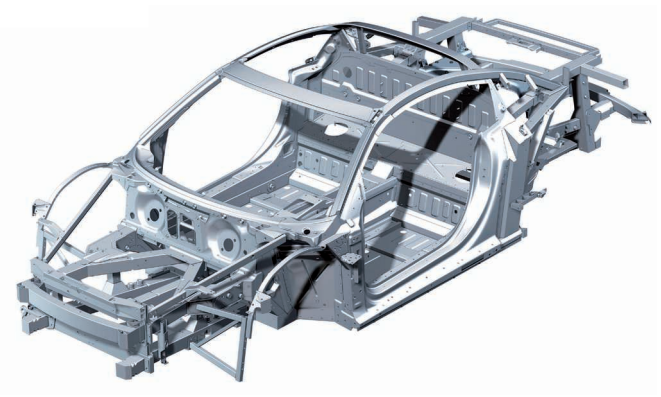


Figura 8.3. **Estructura de una carrocería fabricada íntegramente en aluminio, Audi R-8.**

8.1.1. Conceptos previos

El comportamiento de una pieza de la carrocería determina una serie de cualidades que le proporcionan la naturaleza del material y las formas adoptadas en su fabricación, que han de estar en consonancia con las solicitudes ante las que la pieza ha de responder, según sean su cometido y localización.

Cada material tiene unas propiedades físicas y mecánicas determinadas que le harán más o menos idóneo para una función concreta, dependiendo fundamentalmente del tipo de solicitaciones a que se encuentre sometido.

Para la fabricación de las carrocerías del automóvil, se emplea principalmente el acero, el aluminio, el magnesio y el plástico; mayoritariamente el acero y en menor proporción el aluminio (en aleaciones), aunque la tendencia es ir

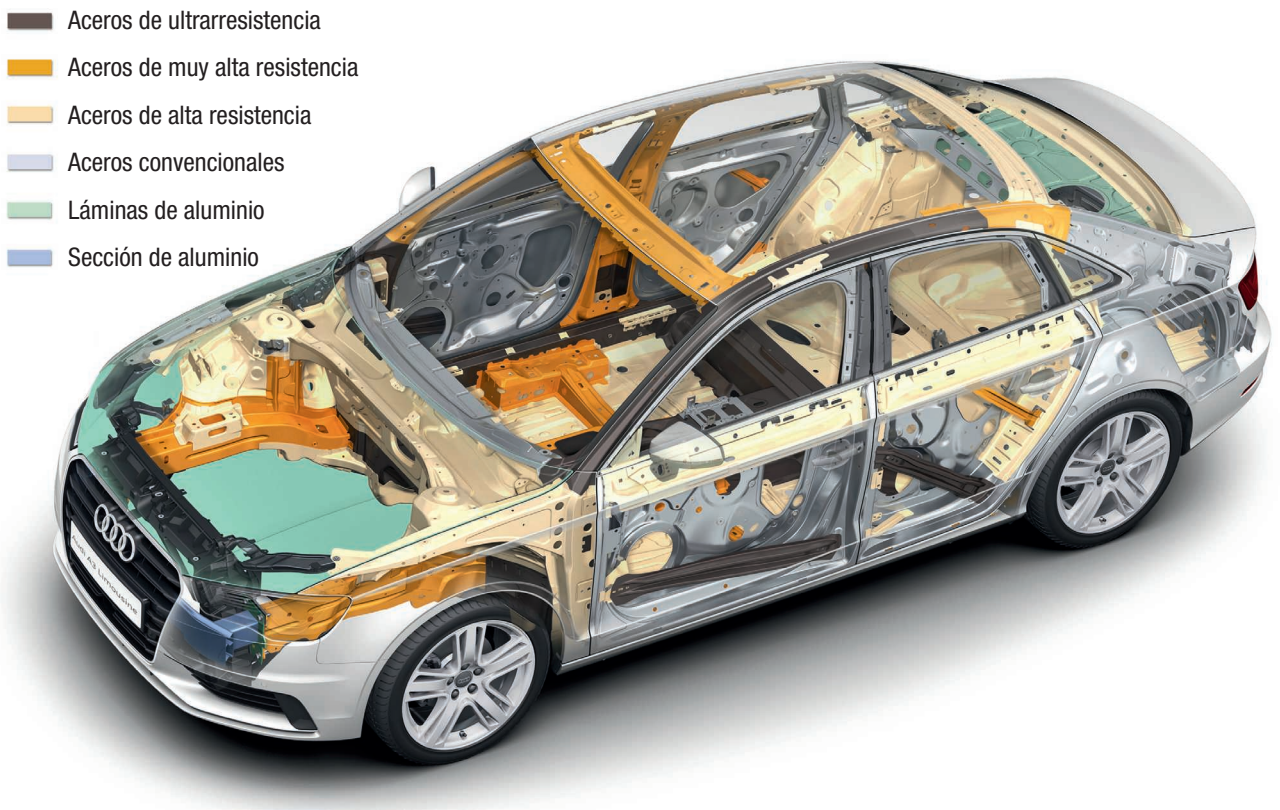


Figura 8.2. **Elementos interiores de la carrocería fabricados en diferentes tipos de acero y aluminio.**

© Ediciones Paraninfo

sustituyendo piezas de acero por otras más ligeras y con prestaciones similares o incluso superiores. De hecho, las carrocerías de algunos vehículos están íntegramente construidas de aluminio y muchas de las piezas que componen la carrocería se fabrican en materiales plásticos como, por ejemplo, paragolpes, aletas, portones, etcétera.

Del resultado de aligerar el peso final del vehículo se derivan una serie de ventajas entre las que cabe destacar las siguientes:

- Menor consumo, puesto que la energía necesaria para mantenerlo en marcha será menor.
- Mejor aceleración, ya que con la misma fuerza puede «lanzarlo» mejor.
- Mayor seguridad activa, al disminuir la inercia en curvas y resultar más fácil detener el vehículo.

Propiedades de los materiales

Las propiedades de los materiales constituyen un conjunto de características que determinan un comportamiento determinado ante las diferentes acciones físicas, químicas, mecánicas, etc., que ponen de manifiesto cualidades intrínsecas que los diferencian unos de otros.

Las principales propiedades de los materiales de especial interés para la unidad que nos ocupa son las siguientes:

- Propiedades físicas.
- Propiedades químicas.
- Propiedades mecánicas.
- Propiedades sensoriales.
- Propiedades ecológicas.

Propiedades físicas

Dependen de la naturaleza y procesamiento del material; entre ellas cabe destacar las siguientes:

- Conductividad eléctrica.
- Conductividad térmica.
- Dilatación térmica.
- Densidad.
- Calor específico.
- Temperatura de fusión.
- Fusibilidad.

Conductividad eléctrica

Es la propiedad que tienen los materiales de permitir el paso de corriente eléctrica a través de ellos. Cuando un material permite el paso de corriente a través de él, decimos que es conductor y cuando no lo permite es aislante. Por ejemplo, los metales son buenos conductores de electricidad, unos mejores que otros, y los plásticos son materiales aislantes.

Coeficiente de resistencia eléctrica ($\Omega\ mm^2/m$)	Acero	Aluminio
	0,13	0,02655

Conductividad térmica

Es la propiedad que tienen los materiales de transmitir el calor a través de su masa. Los metales tienen buena conductividad térmica, sin embargo, los materiales plásticos no.

Conductividad térmica (W/m°K)	Acero	Aluminio
	58	235

Dilatación térmica

Es la propiedad que tienen los materiales de aumentar su volumen por el efecto del calor. La mayoría de los metales incrementan su tamaño al aumentar su temperatura siempre y cuando no exista un cambio de fase.

Material	Coeficiente de dilatación a 100 °C
Acero	12×10^{-6}
Acero inoxidable	16×10^{-6}
Aluminio	$23{,}6 \times 10^{-6}$
Cinc	$2{,}6 \times 10^{-5}$
Fundición gris	$10{,}5 \times 10^{-6}$
Latón	$1{,}8 \times 10^{-5}$
Cobre	$1{,}7 \times 10^{-5}$

Densidad

Es la relación que existe entre la masa y el volumen que ocupa. Así el aluminio o magnesio pesa menos que el acero para un mismo volumen. Normalmente se expresa en g/cm^3.

Calor específico

Indica la cantidad de calor necesaria para aumentar la temperatura de la unidad de masa de un cuerpo desde 0 °C hasta 1 °C. Se expresa en cal/g.

Su valor tiene gran importancia porque permite conocer la cantidad de calor que se necesita aportar a una masa de metal para elevar su temperatura hasta la de transformación o fusión.

Temperatura de fusión

Es una característica bien definida de los metales que coincide con el cambio de estado (de sólido a líquido) que experimenta un metal al aumentar la temperatura de forma

© Ediciones Paraninfo

progresiva. El cuadro siguiente muestra las temperaturas típicas de fusión de algunos metales:

Material	Temperatura de fusión
Aluminio	660 °C
Cobre	1083 °C
Cromo	1875 °C
Estaño	232 °C
Hierro	1539 °C
Níquel	1453 °C
Plomo	327 °C

Fusibilidad

La fusibilidad es la propiedad que tienen los metales de licuarse (pasar del estado sólido al líquido) bajo la acción del calor. En esta propiedad se basan los trabajos de fundición para la obtención de piezas coladas.

Propiedades químicas

Son las propiedades que tienen los materiales frente a las acciones químicas y atmosféricas que modifican químicamente un material.

- Oxidación.
- Corrosión.

Oxidación

Es un fenómeno de combinación química del oxígeno con los elementos metálicos, que produce la corrosión o degradación del metal. Su efecto se acentúa al aumentar la temperatura. En algunos metales el proceso de oxidación no desemboca en corrosión, sino que, muy al contrario, genera una capa protectora. En estos casos, a medida que aumenta el espesor de la película de óxido, aumenta también la dificultad de difusión del proceso, hasta que al llegar a un determinado grueso se detiene y, por tanto, cesa también la oxidación. El espesor de óxido necesario para que se produzca una acción protectora depende y varía sustancialmente en función de la naturaleza del metal y de la temperatura a la que se encuentre.

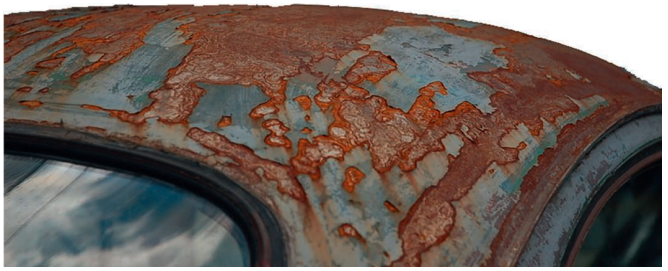


Figura 8.4. **Proceso de oxidación.**

Corrosión

Es el deterioro lento y progresivo de un metal debido a un agente exterior. La corrosión atmosférica es la producida por el efecto combinado del oxígeno del aire y la humedad, pero se da también la corrosión química producida por los ácidos y los álcalis. Existen diferentes tipos de corrosión y en función de cada uno de los efectos apreciados en los metales varían de forma notoria. En algunos casos, el efecto de la corrosión provoca un adelgazamiento o disminución de espesor del metal; en otros casos, el metal queda picado y suele mostrar grandes rugosidades superficiales por la pérdida de masa. La corrosión puede afectar también a la cohesión de los granos constituyentes del metal, debilitando su resistencia de tal forma que a veces se rompen las piezas al menor esfuerzo, sin que exteriormente se observe ninguna alteración superficial.

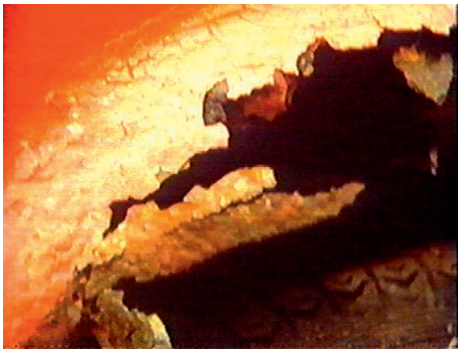


Figura 8.5. **Proceso de corrosión.**

Propiedades mecánicas

Son las que estudian la forma de reaccionar de los materiales cuando se ejercen diferentes tipos de fuerza sobre ellos.

- Dureza.
- Tenacidad.
- Elasticidad.
- Plasticidad.
- Fatiga.
- Resistencia a la rotura.
- Estricción.
- Fragilidad.
- Resiliencia.
- Fluencia.
- Maquinabilidad.

Dureza

Es la resistencia que presenta un material a ser rayado o penetrado por otro cuya forma y dimensiones se encuentran debidamente normalizadas.

© Ediciones Paraninfo

Dureza (HB)	Acero	Aluminio
	62	15

Tenacidad

Es la propiedad de los metales que les permite resistir a los esfuerzos de rotura o deformación. Da idea de la capacidad que tiene un metal de absorber energía antes de romperse. Dicho de otra forma, es la energía total que absorbe un material hasta romperse.

Elasticidad

Es la propiedad de los metales que les permite recuperar su forma original después de haber sido forzados y una vez que se suprime el esfuerzo que los deformaba. Algunos conceptos asociados son:

- **Límite elástico**. Es la fuerza máxima de deformación que puede aplicarse a un material sin originar una deformación permanente. En la práctica, es el valor de la carga que rebasa ligeramente la elasticidad, produciendo una deformación muy pequeña (0,2 %). La tabla siguiente muestra el valor del límite elástico de algunos metales:

Material	Límite elástico
Aleaciones de aluminio	De 150 a 350 N/mm^2
Hierro	200 N/mm^2
Acero 0,15 % C	280 N/mm^2
Acero 0,25 % C	300 N/mm^2
Acero 0,45 % C	400 N/mm^2
Acero inox. de muelles	De 1500 a 2000 N/mm^2

- **Módulo de elasticidad.** Cuando una muestra se somete a un esfuerzo de tracción, sufre un alargamiento. La relación entre la tensión aplicada y el alargamiento producido, con relación a la longitud primitiva, permanece constante para un mismo material y se denomina módulo de elasticidad.
- **Alargamiento de rotura.** Es el alargamiento máximo, sin rotura, que se puede dar por tracción a un material. Se expresa en porcentaje sobre la longitud inicial de la pieza.

Alargamiento (%)	Acero	Aluminio
	31	11

Plasticidad

Se define como la capacidad que tienen los materiales de adquirir deformaciones permanentes. Sus propiedades más importantes son:

- **Maleabilidad.** Es la propiedad que poseen ciertos metales de dejarse reducir en forma de láminas mediante esfuerzos de compresión. En esta propiedad se basan los trabajos de laminado, que permiten obtener las chapas de metal utilizadas corrientemente en la industria. La maleabilidad permite también los trabajos de forjado y embutido.

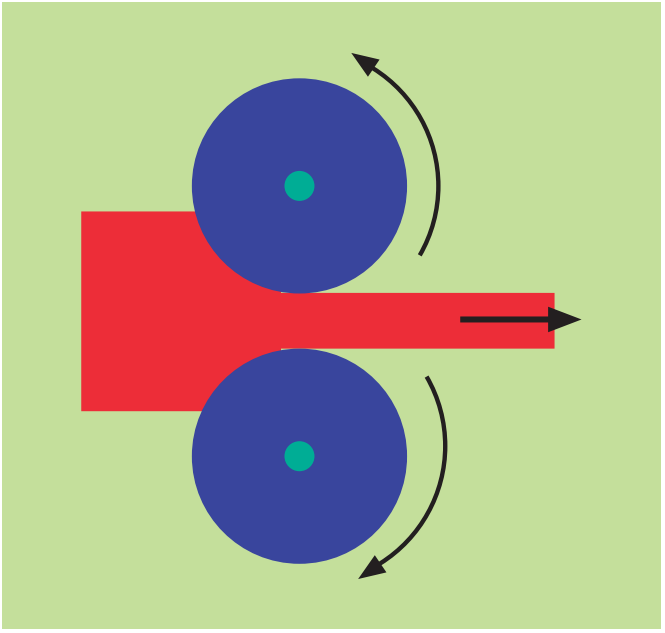


Figura 8.6. **Proceso de laminado.**

- **Ductilidad.** Es la propiedad que poseen algunos metales de dejarse estirar mediante esfuerzos de tracción. Es la base de los trabajos de trefilado (reducción de un metal a alambre o hilo).

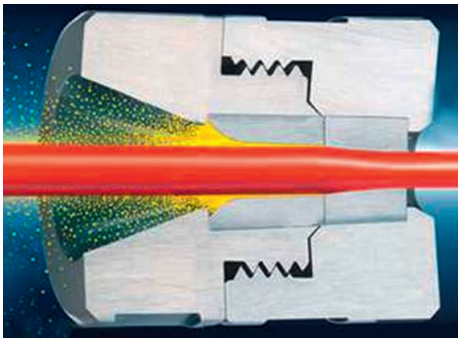


Figura 8.7. **Proceso de trefilado.**

© Ediciones Paraninfo

Fatiga

Cuando un metal se somete a esfuerzos de magnitud y sentido variables puede romperse aplicando cargas muy inferiores a su resistencia a la rotura normal para un esfuerzo de tensión constante. A este aparente desfallecimiento de los metales cuando están sometidos a esfuerzos de magnitud diferente se le denomina fatiga de los metales. Uno de los conceptos asociados más importantes es la **resistencia a la fatiga,** que se define como la carga que un metal sometido a esfuerzos repetidos puede soportar sin romperse.

Resistencia a la rotura

Se denomina así a la carga a partir de la cual se produce un período de rápido estiramiento de la muestra con una sensible reducción de su sección hasta que se produce la rotura bajo un esfuerzo menor que la tensión antes citada. Dicho de otra forma, es la carga máxima, por unidad de superficie (N/mm^2), que un material es capaz de soportar sin romperse.

Resistencia a la tracción (N/mm^2)	Acero	Aluminio
	380	120

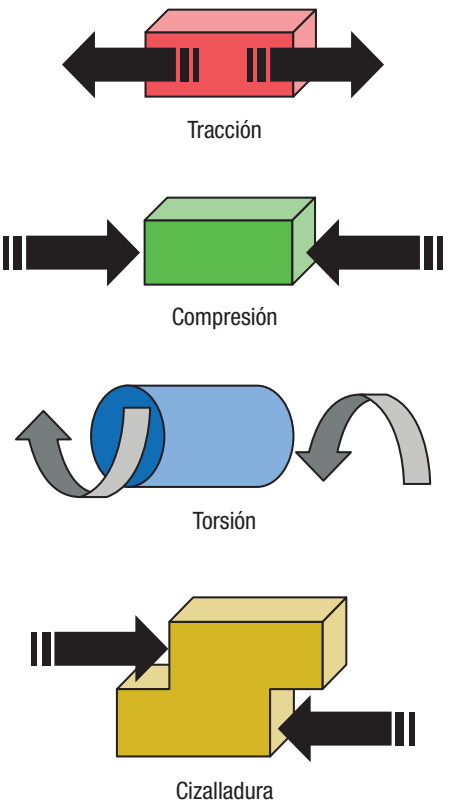


Figura 8.8. **Diferentes tipos de esfuerzos de rotura.**

Estricción

Es la propiedad que tienen los metales de oponerse a la reducción de su sección cuando están sometidos a una carga de tracción.

Fragilidad

Es la propiedad de los metales de romperse más o menos fácilmente bajo la acción de un choque. Un material frágil es aquel que se rompe al rebasar el límite elástico sin apenas experimentar deformación plástica alguna.

Resiliencia

Define la resistencia que opone un cuerpo a la ruptura por choque o percusión. Es la propiedad inversa a la fragilidad, es decir, un metal resiliente no es frágil. Da idea de la energía que es capaz de absorber el material al romperse mediante un solo golpe.

Fluencia

Es la propiedad que tienen algunos metales de deformarse lenta y espontáneamente bajo la acción de su propio peso o de cargas muy pequeñas. En general, esta característica aparece con más intensidad en los metales con temperaturas de fusión baja, como el plomo.

Maquinabilidad

Con esta denominación se agrupan varias propiedades, como velocidad a la que puede mecanizarse el material al someterle a trabajos con máquinas, clase de viruta producida, capacidad de desgaste por herramienta y tipo de acabado superficial que puede obtenerse.

Propiedades sensoriales

Son las propiedades que distinguimos a través de los sentidos.

- Color.
- Brillo.
- Textura.

Propiedades ecológicas

Son las que están relacionadas con la toxicidad para los seres vivos y el respeto al medio ambiente.

- Toxicidad.
- Reciclabilidad.
- Biodegrabilidad.

© Ediciones Paraninfo

Toxicidad

Mide el carácter nocivo que presenta para los seres vivos y el medio ambiente.

Reciclabilidad

Relaciona la capacidad que tiene un material para ser reciclado.

Biodegrabilidad

Relaciona la capacidad que tienen los materiales para descomponerse mediante un proceso natural en sustancias más simples.

8.1.2. Materiales más empleados en la carrocería del automóvil

En la fabricación de carrocerías se utilizan principalmente tres tipos de materiales: el acero, el aluminio y los materiales plásticos. De todos ellos existe una gran cantidad de variantes cuya aplicación va a estar en función del trabajo que deben desempeñar.

A continuación se describen las características más destacables de cada uno de ellos.

El acero

Para la construcción de la carrocería se utilizan normalmente chapas de acero de diferentes calidades. Los espesores de chapa de carrocería suelen oscilar entre 0,5 mm y 3 mm; sin embargo, la parte principal la componen chapas de 0,8 mm a 1 mm. El acero presenta unas excelentes características mecánicas referentes a rigidez, resistencia, aptitud para el mecanizado y conformación plástica, además de ser relativamente barato de obtener. Para mejorar sus propiedades mecánicas o químicas, el acero constituye una buena base para obtener aleaciones específicas, y admite asimismo diferentes tratamientos mecánicos o químicos.

Independientemente de su recubrimiento, los grandes tipos de aceros aplicables en el mundo del automóvil pueden clasificarse en:

- Aceros de conformación en frío convencionales.
- Aceros de alto límite elástico (HSS).
- Aceros laminados en caliente y decapados.

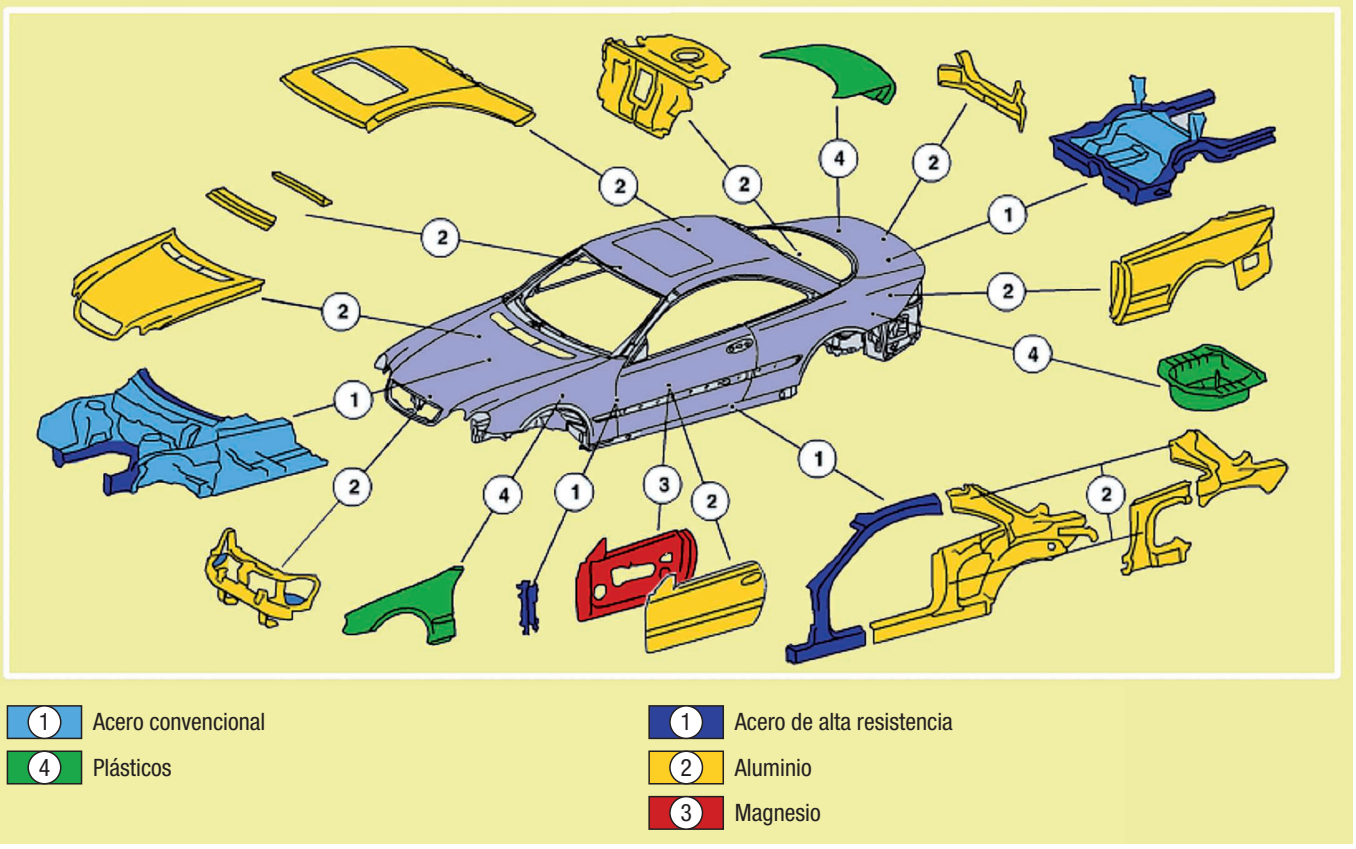


Figura 8.9. **Ejemplo de materiales empleados en la fabricación de una carrocería Mercedes-Benz.**

© Ediciones Paraninfo

La mayoría de los aceros utilizados actualmente son convencionales (con o sin recubrimiento), pero existe una tendencia muy importante a utilizar aceros que ofrezcan mayor rigidez a las estructuras y mayor resistencia a deformaciones (sobre todo en las piezas exteriores de la carrocería). Estos aceros son los conocidos como de alto límite elástico. La utilización de este tipo de aceros permite ofrecer estructuras más optimizadas, y conseguir mejores diseños, modelos con mejor respuesta en servicio, más rígidos, seguros por la respuesta contra impactos y más ligeros.

Entre los aceros HSS más importantes se encuentran:

- Aceros microaleados (de alta resistencia y baja aleación).
- Aceros fase dual.
- Aceros refosforados.
- Aceros Bake Hardening.
- Aceros IF *(Interstitial Free)*.
- Aceros TRIP *(Transformation Induced Plasticity)*.

Entre los aceros de uso más creciente en la actualidad, se encuentran las chapas fabricadas con acero Bake Hardening, cuya cualidad más significativa es la de ser fácilmente embutibles antes de recibir el tratamiento térmico que modificará su elasticidad. En estos casos, una vez ensamblada la carrocería y tras haber recibido el baño protector de cataforesis, se introduce en un horno a 180 °C para secarse, a la vez que el acero varía su estructura molecular, con lo que obtiene el aumento del límite elástico. Este aumento permite reducir el espesor de la chapa y disminuir el peso de la carrocería, a la vez que se obtiene una mayor resistencia a la deformación.

Las chapas de acero microaleado de alta resistencia se utilizan para las piezas estructurales altamente solicitadas. La elevada resistencia permite la reducción del grueso de chapa. Actualmente, los aceros de muy alto límite de elasticidad (THLE) permiten alcanzar unos valores de rigidez 2,5 veces superiores a los aceros ordinarios. Las chapas así fabricadas pueden absorber más energía en caso de deformación.

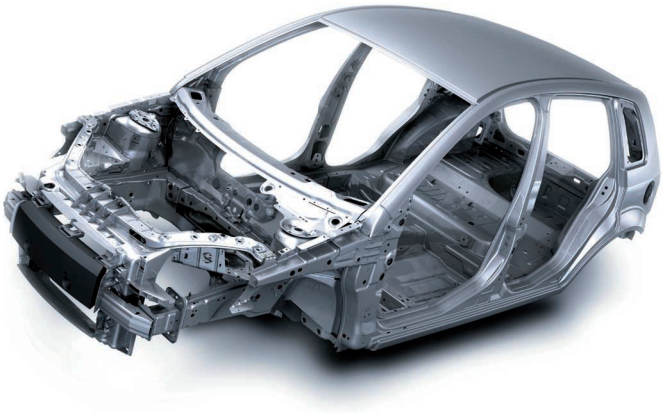


Figura 8.10. Carrocería fabricada con diferentes tipos de acero.

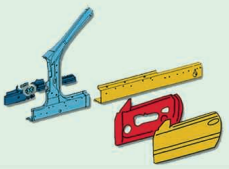
El aluminio

El incremento de los dispositivos de seguridad, de las prestaciones y del confort en los automóviles conduce por una parte a mejorar la seguridad, pero por otra parte a un aumento considerable de peso. El empleo de materiales igualmente resistentes aunque mucho más ligeros supone una solución para disminuir el peso final del automóvil.

El aluminio es el metal que ya se venía empleando en la construcción de los aviones, naves espaciales, trenes de alta velocidad y automóviles de alta competición. En la actualidad existe un incremento considerable de utilización en la fabricación de automóviles. Para modificar alguna de sus propiedades suele estar aleado con otros elementos. Aunque existen infinidad de estas aleaciones, y cada una de ellas tiene propiedades diferentes, las principales cualidades por las que el aluminio se está utilizando en fabricación de carrocerías son:

Tabla 8.1. Comparación de algunas propiedades del acero, aluminio y magnesio

Propiedades	Acero	Aluminio	Magnesio
Peso específico	7,86 g/cm^3	2,7 g/cm^3	1,74 g/cm^3
Resistencia a la tracción	hasta 1200 N/mm^2	40-400 N/mm^2	160-250 N/mm^2
Resistencia eléctrica específica	0,16 Ω • mm^2/m	0,029 Ω • mm^2/m	0,045 Ω • mm^2/m
Conductividad térmica específica	50 ... 60 W/m • K	238 W/m • K	157 W/m • K
Temperatura de fusión	1460 °C	660 °C	650 °C



© Ediciones Paraninfo

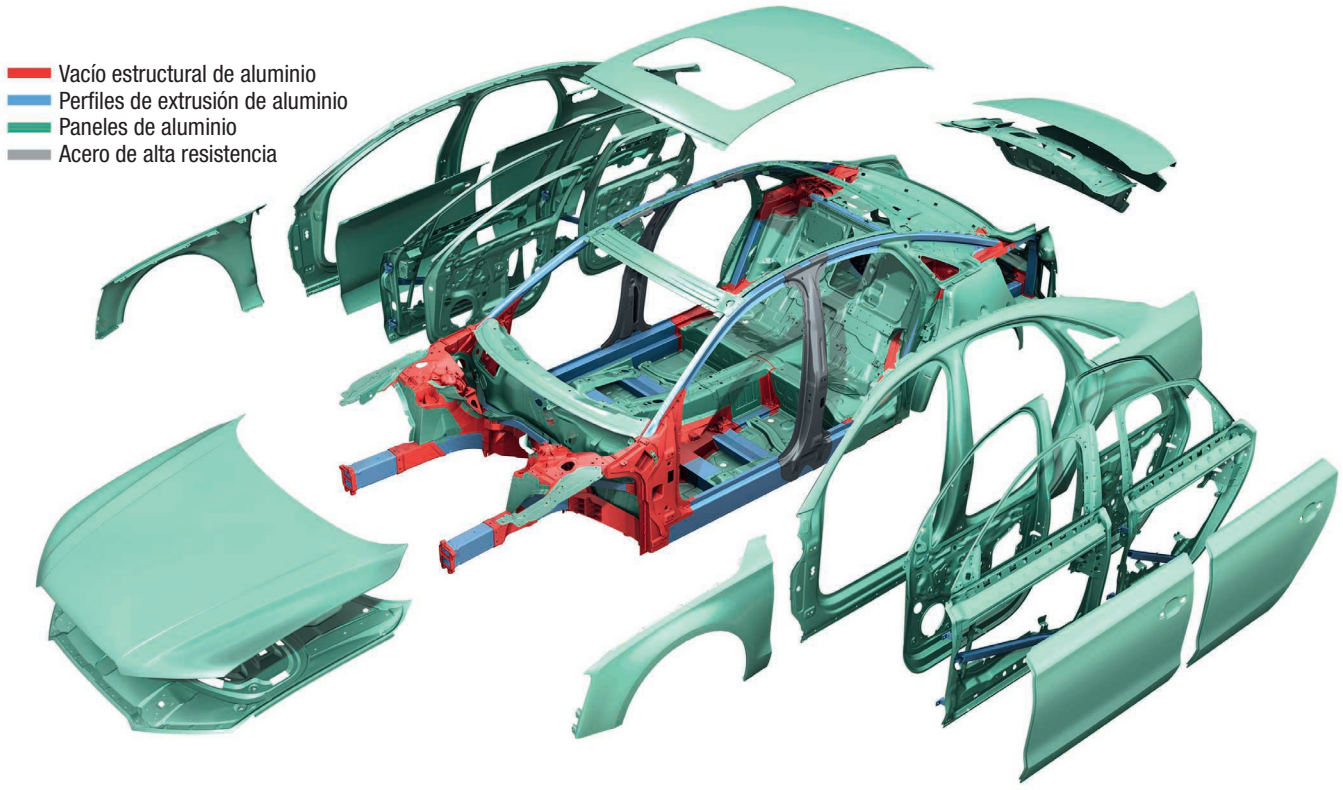


Figura 8.11. **Elementos de la carrocería fabricados en aluminio.**

- **Menor peso específico que el acero.** Tiene un peso específico tres veces inferior al acero, sin embargo, las propiedades mecánicas no son tan elevadas. El aluminio es tres veces más elástico y tiene aproximadamente la mitad de resistencia a la tracción y a la rotura que el acero. Por estas razones, para obtener un comportamiento mecánico similar, la pieza de aluminio debe tener mayor espesor que la misma fabricada en acero. Aun así la reducción de peso es considerable, pero además, cuando es aleado con otros metales, mejoran sus propiedades y se pueden fabricar piezas con menores espesores conservando o mejorando sus propiedades. Ello supone una reducción considerable del peso con todo lo que lleva implícito, aunque si bien es cierto que también se produce un aumento de los costes de producción.
- **Gran capacidad para la deformación.** El aluminio tiene menor resistencia mecánica que el acero por lo que se deforma con mucha más facilidad.
- **Permite el reciclado casi ilimitadamente.** Aunque la obtención del aluminio necesita aportar una gran energía en comparación con otros metales, durante el reciclaje se reduce considerablemente ese aporte de energía.
- **Buenas propiedades anticorrosivas.** Dispone de buena resistencia química a la intemperie, al agua del mar y a un gran número de agentes agresivos.
- **Temperatura de fusión.** Es muy inferior a la del acero.
- **Alta conductividad térmica.** La conductividad térmica del aluminio es casi cuatro veces mayor que la del acero. Por esta razón, es necesario el empleo de equipos que concentren el calor para alcanzar la fusión del material en el tiempo en el que debe producirse la soldadura.
- **Buena conductividad eléctrica.** Dispone de mayor conductividad eléctrica que el acero. Por esta razón, para realizar una soldadura es necesario emplear equipos que dispongan de corrientes eléctricas de alta intensidad.

Precauciones a tener en cuenta en la reparación de paneles de aluminio

Cuando entran en contacto el acero y el aluminio se produce corrosión, por ello, con vistas a la reparación de carrocerías de aluminio, hay que tener en cuenta las siguientes consideraciones:

© Ediciones Paraninfo

- No debe existir contacto alguno entre las herramientas utilizadas para la reparación de aluminio y las otras. Simplemente el polvo del lijado puede ocasionar corrosión.
- Los útiles para la reparación de acero y de aluminio deben ser distintos. Además, deben guardarse por separado. Algunos fabricantes utilizan el color rojo para diferenciar las herramientas utilizadas para el aluminio de las otras.
- Es conveniente utilizar herramientas y productos de lijado distintos para el aluminio y el acero.
- El riesgo de alargamiento del aluminio es mayor que el del acero, por lo que es necesario operar con suavidad.
- El aluminio no se colorea cuando se calienta, por lo que se necesita controlar la temperatura de trabajo.

El plástico

En la actualidad, con este material se construyen gran cantidad de elementos interiores y exteriores de la carrocería, entre los que cabe destacar: tableros de instrumentos, consolas, revestimientos, molduras, paragolpes, aletas, retrovisores, rejillas, elementos aerodinámicos. Su uso en carrocerías de automóviles se centra principalmente en aplicaciones deportivas o prototipos (plásticos especiales como la fibra de carbono o el kevlar) que se montan sobre chasis (multitubulares), aunque también existen modelos con estas carrocerías que se han comercializado para uso particular, o que se comercializan en la actualidad. El uso del plástico en vehículos de serie se ve condicionado por su capacidad de resistencia al impacto; en este caso, la absorción de energía en caso de choque se basa en la elevada flexibilidad de estos materiales. A ello se unen los notables resultados obtenidos últimamente con las pruebas de choque realizadas con prototipos fabricados con plásticos reforzados, fibra de vidrio y kevlar. Como resumen, entre las cualidades que hacen a los plásticos especialmente idóneos para la construcción de carrocería, pueden citarse:

- Excelente aptitud para el conformado (moldeado), que facilita los diseños más atrevidos.
- Gran ligereza (notable reducción de peso).
- Nula capacidad corrosiva.
- Alta inalterabilidad a los cambios de temperatura.
- Alto límite elástico (gran flexibilidad).
- Gran resistencia a productos como la gasolina, grasa y aceites.
- Perfecta aptitud para el reciclaje y reaprovechamiento de las piezas.

Figura 8.12. Vehículos con elementos exteriores de la carrocería fabricados en materiales sintéticos.

8.2. Fabricación de la carrocería

El proceso de fabricación se puede resumir en dos grupos de operaciones similares: el estampado y el montaje o unión de las diferentes chapas.

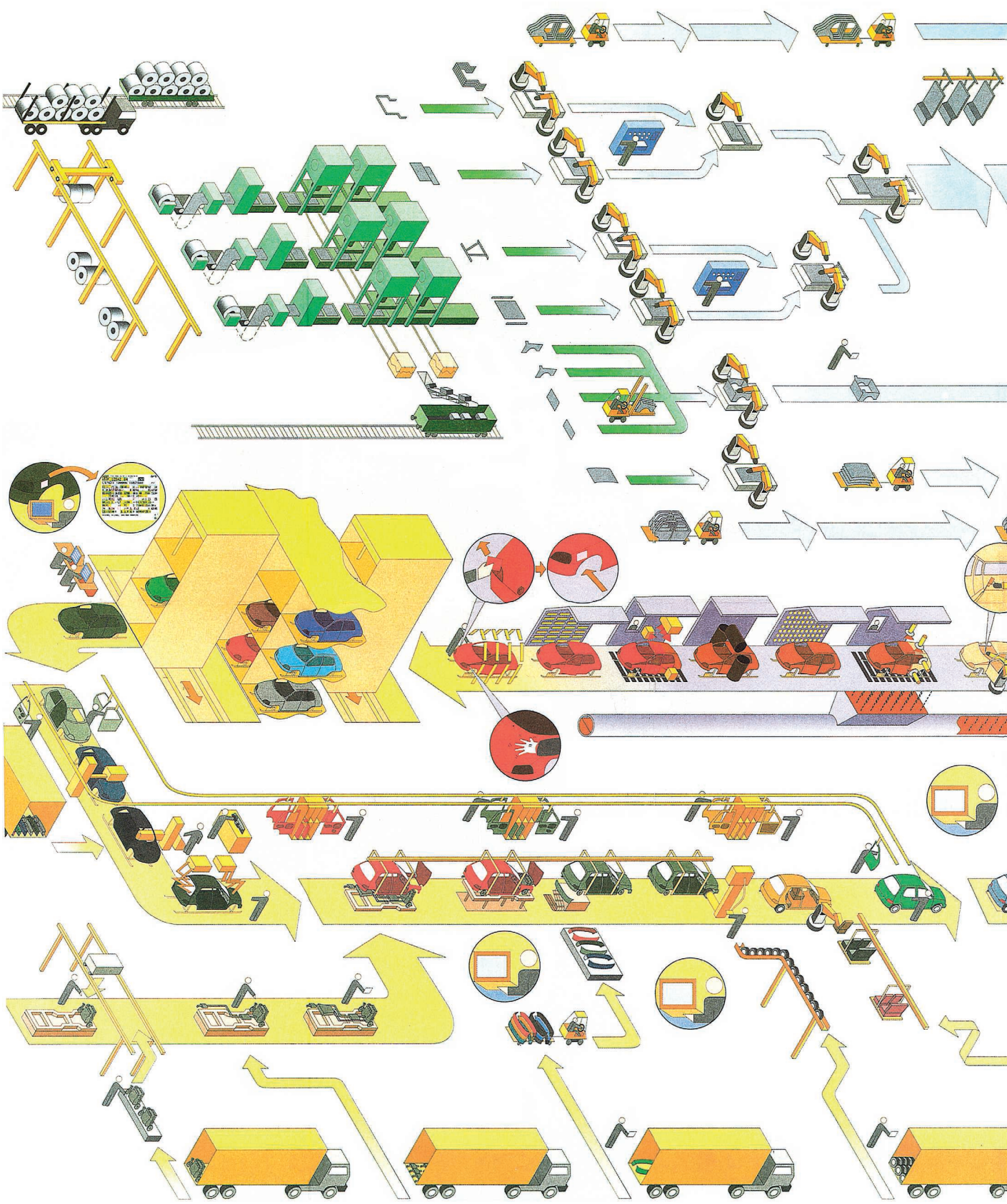
La carrocería de los vehículos modernos está formada por chapas de acero laminado que tienen un espesor de 6 a 8 décimas de milímetro, estas chapas son llevadas a las fábricas de automóviles enrolladas en grandes bobinas. Las bobinas de acero se van desenrollando y pasan por unas líneas de grandes prensas dotadas sucesivamente de unas cizallas y matrices. En cada fila, las primeras cortan la chapa de una forma determinada, después pasan a la siguiente, que le da un relieve determinado, a continuación pasa a otra que confiere otro perfil, de forma que después de pasar por una serie de prensas tiene la forma definitiva de la pieza semiterminada.

Cada línea de prensas está preparada para generar una pieza determinada de la carrocería. Por supuesto que no hay tantas líneas de prensas como piezas tiene la carrocería, el espacio que ocuparían y la enorme inversión que necesitarían sería excesiva, simplemente las prensas están preparadas para intercambiar sus matrices y estampas.

© Ediciones Paraninfo

Figura 8.13. **Diferentes fases de fabricación de un vehículo.**

© Ediciones Paraninfo



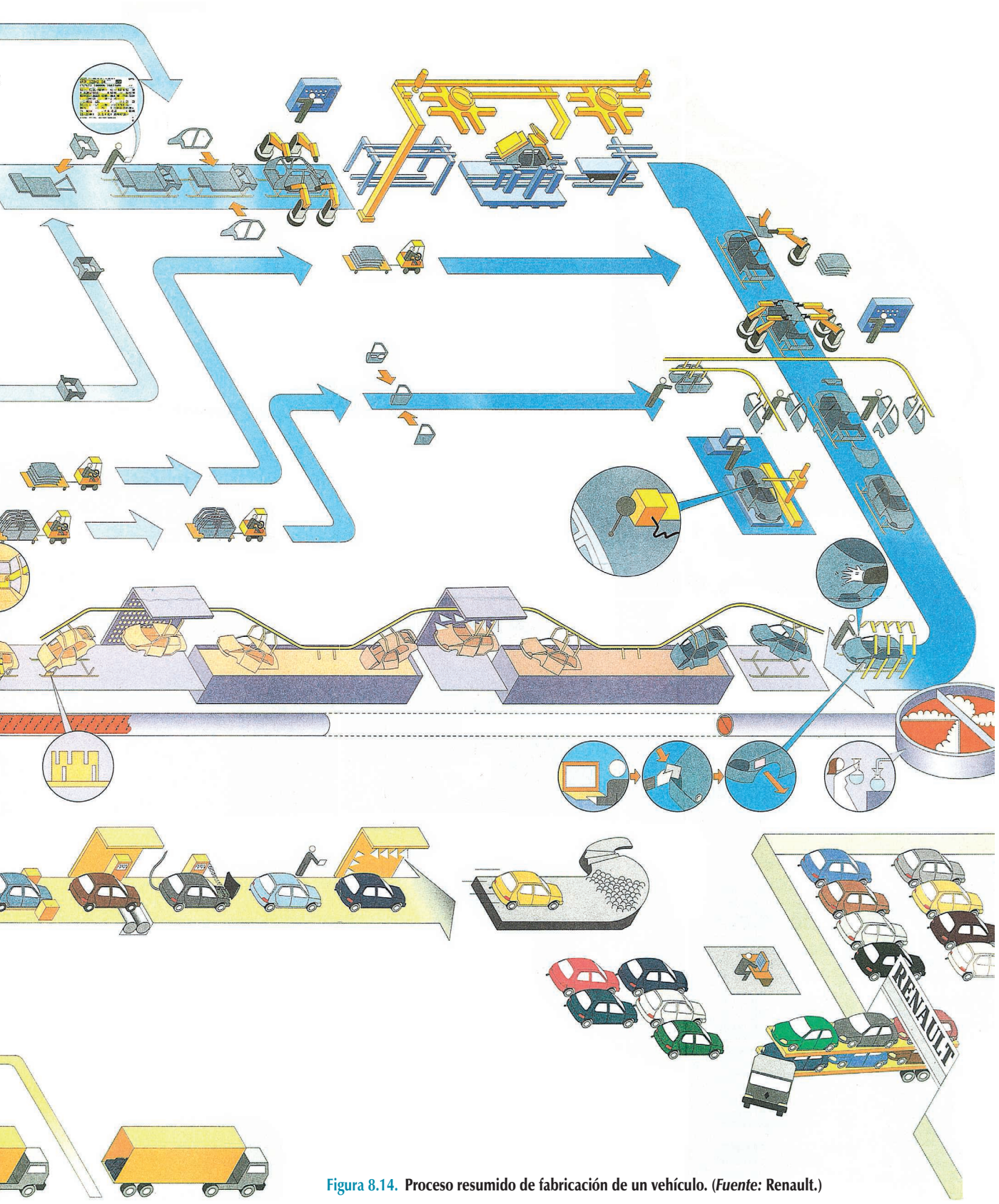


Figura 8.14. **Proceso resumido de fabricación de un vehículo. (*Fuente:* Renault.)**

En el montaje, las piezas de cada cadena de prensas se transportan a otra zona donde se van soldando entre sí y se incorporan sucesivamente a la carrocería hasta completarla totalmente. A continuación, la carrocería se desengrasa bien, pasa a recibir una serie de capas de protección, y queda lista para el montaje de los órganos mecánicos.

8.3. Reparación de la carrocería

El acero puede ser deformado por la acción de una fuerza ajena. De acuerdo a la magnitud de la fuerza a que se le someta, se comporta de diferente forma. Si se le somete a una fuerza pequeña, se deformará ligeramente y cuando cesa este esfuerzo recobrará su forma inicial; a este fenómeno se le denomina «comportamiento elástico».

En cambio, si la fuerza es mayor y supera su límite elástico, la plancha de acero se deformará de manera que cuando cese esta fuerza la pieza mantendrá parte de la deformación. Este fenómeno se denomina «comportamiento plástico de la chapa».

Si la fuerza es lo suficientemente grande, podrá llegar a deformar y superar su límite de plasticidad, y llegar a la rotura de la plancha.

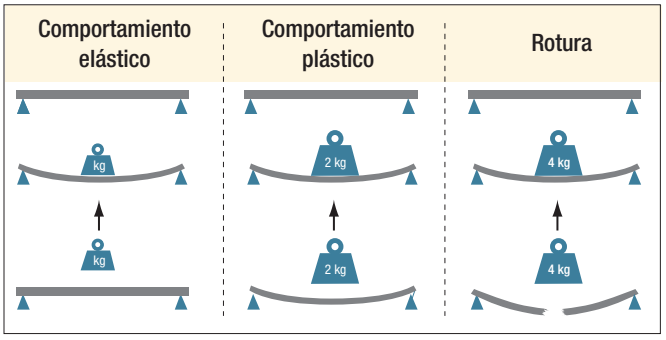


Figura 8.15. Comportamiento de la elasticidad de la chapa ante esfuerzos crecientes.

Para la reparación de una superficie dañada hay que realizar las operaciones y trabajos necesarios hasta conseguir el pleno restablecimiento de la pieza, tanto en aspecto como en la función mecánica que realiza.

Como no existen dos deformaciones idénticas, el operario que tenga que realizar un proceso de reparación debe actuar con su propia iniciativa para confirmar cuál va a ser el proceso de reparación a seguir. No obstante, la experiencia adquirida en el trabajo, acompañada de los conocimientos básicos que a continuación se detallan, puede aportar la ayuda necesaria para obtener una reparación de calidad.

8.4. Útiles del chapista

Para restablecer la forma de la chapa se utiliza una gran variedad de utensilios con formas específicas, herramientas y equipos especiales, detallados a continuación:

- Herramientas de percusión.
- Herramientas pasivas.
- Útiles auxiliares.
- Equipos hidráulicos.
- Equipos para el recogido de la chapa.

8.4.1. Herramientas de percusión

Se utilizan para reducir el desperfecto por medio del batido continuado, en sentido inverso a la fuerza que lo ha creado, hasta hacer desaparecer la deformación.

Martillos

El alineado se consigue haciendo que la fuerza de conformación que ejerce el martillo se ajuste a la superficie deformada. Para delimitar la conformación a la zona requerida y reforzar el efecto de igualado se utilizan las sufrideras.

Tipos de martillos

Existe una gran variedad de martillos clasificados por su tamaño, forma y material de fabricación, ya que las necesidades en las reparaciones no son siempre las mismas.

Según el tamaño y la resistencia que presente la deformación a reparar se utilizará el tipo de martillo más adecuado (peso, longitud y forma):

- Con arreglo al tipo de reparación se utilizan martillos de diferente material; por ejemplo, al reducir un desperfecto con ventosas, se utilizan mazos de goma que no hacen saltar la pintura. Sin embargo, cuando se necesita que el golpeo sea más contundente, se emplean martillos de acero.
- Al comienzo de una reparación con un daño considerable se requiere mucha fuerza y se utilizan martillos pesados, incluso si tiene aristas vivas se emplean martillos que no tengan sus bocas rectificadas para que nos permitan ejercer la fuerza adecuada en cada caso sin deteriorarse.
- Para el repasado se requiere precisión en los golpes y calidad de acabado, sin la necesidad de aplicar una gran fuerza, para ello se utilizan martillos más pequeños dotados de bocas rectificadas.

© Ediciones Paraninfo

Figura 8.16. **Diferentes tipos de martillos y mazas.**

© Ediciones Paraninfo

- En el afinado, la precisión y la calidad de la superficie ha de ser aún mayor, para ello se utilizan martillos menos pesados, con mangos más cortos y con sus bocas rectificadas.
- Cuando los perfiles tienen una conformación especial, se aplican martillos con unas formas determinadas que permiten alcanzar las zonas implicadas, como son los martillos de peña o de boca redonda-plana, entre otros.

Formas de batir la chapa

Para reducir desperfectos que presenten una resistencia importante (generalmente, al comienzo de la reparación), se golpea ejerciendo la fuerza con el antebrazo, teniendo el codo como punto de giro.

En cambio, cuando los desperfectos presentan poca resistencia y es necesaria una precisión en los impactos (en el repasado y sobre todo durante el acabado), solamente se mueve la mano, ejerciendo la fuerza desde la muñeca. Como en esta operación no se necesita fuerza y sí precisión, para que la operación resulte más sencilla, los martillos de acabado tienen el mango ligeramente más corto y su cabeza es algo menos pesada.

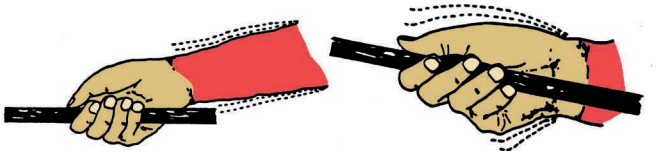


Figura 8.17. **Formas de golpear para ejercer mayor fuerza o control.**

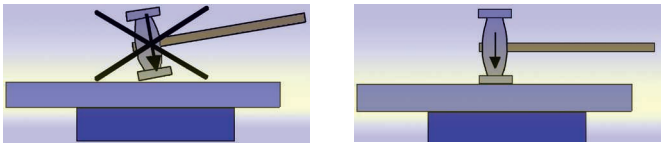


Figura 8.18. **Formas de asentar el martillo sobre la chapa: izquierda, incorrecta; derecha, correcta.**

Espátulas de carrocero o limas de recoger

Las más comunes tienen forma rectangular o de media caña, para adaptarse a zonas planas o cóncavas; se utilizan para eliminar tensiones y en algunos casos para recoger chapa.

Figura 8.19. **Espátula de carrocero para recalcado y eliminación de tensiones.**

8.4.2. Herramientas pasivas

Son útiles empleados para delimitar el efecto del golpe que se efectúa para la reparación de la zona dañada; cuando la parte afectada tiene suficiente acceso por la parte trasera para acceder con la mano, se emplean los tases, ya que el control de la reparación es más efectivo; cuando el acceso es limitado y no permite el acceso con la mano, se emplean útiles estrechos y alargados, que llegan a la parte interior del desperfecto, denominados «palancas».

Tases o sufrideras

Son piezas robustas de acero que tienen como función la de recibir el golpe y limitar la transmisión de fuerza que el martillo ejerce sobre la pieza, acotando la conformación a la zona necesaria e impidiendo que aumente el desperfecto. En cuanto a su forma, tamaño y perfil existe una gran variedad para adaptarse a la magnitud de cada operación y a los diferentes perfiles que se pueden encontrar en las reparaciones.

Figura 8.20. **Distintos tipos de tases. Nombre de los tases de la figura, de izquierda a derecha y de arriba abajo: coma, cuña, trancha corta, dactilado, dactilado, dactilado de recoger, de rail, de tacón, de tampón o diábolo, dactilado redondeado, de cuña alomada.**

© Ediciones Paraninfo

Palancas de cuchara

Son útiles de acero con gran resistencia, disponen de formas planas y estilizadas, se utilizan para acceder a zonas que presentan un acceso limitado para los tases y con ellas se pueden realizar grandes esfuerzos apalancando e incluso golpeando a través de ellas.

También se utilizan como tases en algunos casos.

Se diferencian básicamente por su longitud y forma; las cortas se denominan cucharas y las más largas, palancas. Constan de una empuñadura y una o dos superficies de trabajo. Las palancas y cucharas dobles son las más utilizadas por su versatilidad.

Figura 8.21. **Diferentes palancas y cucharas.**

8.4.3. Útiles auxiliares

Se trata de una serie de herramientas que sirven para realizar trabajos que facilitan la reparación, como las mordazas y los soportes para piezas.

Mordazas

Son útiles que se utilizan para mantener unidas dos piezas por presión; resultan de gran utilidad para mantener unidas piezas sueltas y para sujetar el electrodo de masa en las de soldadura y recogido de la chapa. Existen diversos modelos, que se diferencian básicamente por la forma de sus mordazas, para adaptarse a diferentes perfiles.

Figura 8.22. **Diferentes tipos de mordazas.**

© Ediciones Paraninfo

Soportes para piezas

En ellos se pueden colocar las piezas cuando se retiran de la carrocería. Estos soportes son regulables en altura, para que el operario no tenga que adoptar posiciones corporales incómodas, y carecen de superficies planas, lo que facilita la colocación de piezas con relieve.

Figura 8.23. **Soporte.**

8.4.4. Equipos hidráulicos y neumáticos

Se utilizan especialmente para el restablecimiento de las cotas en la bancada y en un reducido número de casos se emplean para hacer grandes esfuerzos que no se pueden realizar con las palancas. Están especialmente diseñados para la conformación previa en deformaciones de cierta importancia.

Pueden ser manuales, hidráulicos o neumáticos. En reparación de carrocerías los más utilizados son los hidráulicos.

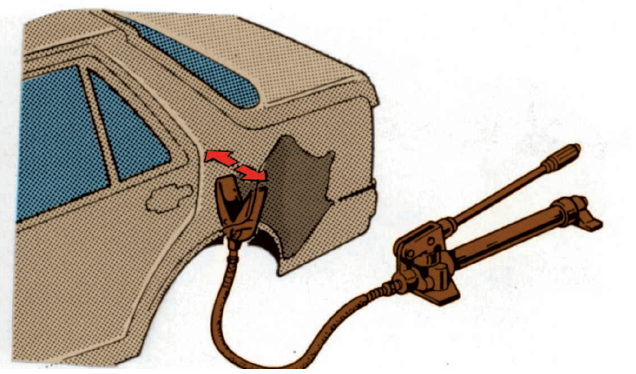


Figura 8.24. **Aplicación de un equipo hidráulico sobre un vehículo.**

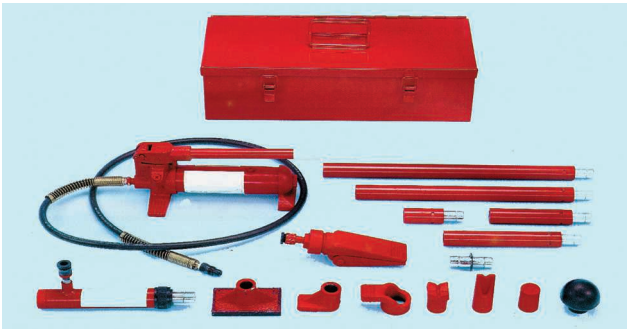


Figura 8.25. **Equipo hidráulico.**

Figura 8.26. **Equipo neumático de estiraje.**

Figura 8.27. **Aplicación de un equipo neumático de estiraje sobre el vehículo.**

© Ediciones Paraninfo

8.4.5. Equipos para la retracción de la chapa

Son máquinas, generalmente de tipo multifunción, que entre otros usos se emplean para aportar calor a la chapa de una forma muy localizada para que apenas se deterioren las características físicas de esta.

Figura 8.28. **Equipo multifunción.**

8.4.6. Aplicaciones del equipamiento para el repaso de chapa

En la siguiente tabla se indican una serie de aplicaciones del equipamiento necesario para el repaso de chapa.

Equipamiento	Tipo	Aplicación
Herramientas manuales de percusión	Martillos de golpear	Conformación de grandes deformaciones en elementos estructurales
		Golpeteo de tranchas y cinceles
	Martillos de acabado	Acabado final de la chapa
	Martillos de inercia	Conformación de deformaciones en zonas de configuración cerrada
	Mazos	Conformación de pequeñas deformaciones y alivio de tensión
	Espátula de repasar	
Herramientas manuales pasivas	Tases	Desabollado de paneles en zonas de acceso directo
Útiles auxiliares	Palancas	Desabollado de paneles en zonas de acceso limitado
	Tranchas	Recuperación de quebrantos y líneas de piezas
		Sufridera en zonas de acceso limitado
	Soportes	Facilidad de la conformación de los elementos desmontados
	Mordazas	Sujeción y posicionamiento de piezas
Equipos de expansión	Gatos hidráulicos	Aplicación de esfuerzos para la recuperación de deformaciones importantes
Equipos para la aplicación de tratamientos térmicos	Equipo para la aplicación del electrodo de carbono	Recogida de chapa en estiramientos amplios y en zonas de poca resistencia
	Equipo para la aplicación del electrodo de cobre	Recogida de chapa en estiramientos puntuales y en zonas de bastante resistencia o gran espesor
Equipos de tracción mediante soldado de elementos de tracción	Multifunción	Soldado de arandelas, clavos u otros elementos para la retracción de la chapa, especialmente en zonas sin acceso por el interior
Equipos de soldadura	Oxiacetilénica	Atemperado de la chapa de aluminio, cuando presenta dificultades importantes
	Por resistencia	Unión de piezas de poco espesor
	MAG, MIG y TIG	Soldadura de grietas o cordones para la unión de piezas sustituidas
Equipos de aspiración	Aspiradores	Aspiran gases y polvos contaminantes del ambiente

© Ediciones Paraninfo

8.4.7. Particularidades de los equipos y útiles empleados en la reparación del aluminio

Es preciso tener espacios totalmente separados e independientes para la reparación de las piezas de acero y de aluminio, el motivo es el elevado riesgo de corrosión a consecuencia de la diferencia de potencial que existe en ambos metales.

Tanto los equipos de extracción de gases como todos los útiles empleados para reparar un metal (martillos, tases, palancas, etc.) nunca deben ser intercambiados en la reparación de ambos materiales, ya que un material contaminaría al otro.

Los equipos de extracción empleados para el aluminio es conveniente identificarlos con diferentes colores.

Los equipos de soldadura deben estar preparados para trabajar sobre un metal de alta conductibilidad térmica y eléctrica y deben ser capaces de aportar una gran intensidad y una elevada frecuencia.

Las máquinas esmeriladoras deben tener un grano más fino y nunca deben emplearse para trabajar sobre los dos tipos de metales.

Las lijas pueden engrasarse ligeramente con parafina para evitar un excesivo embazado.

Es conveniente que los útiles empleados para reparar piezas de aluminio se identifiquen con distinto color, algunos fabricantes los distribuyen pintados de color rojo.

No se pueden emplear determinadas herramientas, como los cepillos de cerdas de acero, para limpiar el aluminio.

Otra particularidad de las herramientas empleadas para la reparación de aluminio se debe a las características propias del material: blando, poco elástico y a su baja resistencia; así, para el repaso de la chapa:

- Los martillos y los mazos deben ser de aluminio, teflón, nailon o madera.
- El cuidado de la superficie de las herramientas de golpeo debe extremarse especialmente, ya que cualquier protuberancia queda marcada en la chapa.
- El peso del martillo debe adecuarse a cada operación, especialmente para el repaso.
- La forma de los tases debe elegirse con mayor cuidado que en la reparación del acero para que se adapte muy bien a la forma y a la sección del panel, si es necesario, hay que emplear los tases de madera propios de la reparación de aluminio.
- El uso de las palancas y los martillos de inercia debe realizarse con precaución o la chapa resultará dañada fácilmente.
- Las limas o espátulas de repasar deben ser más pequeñas, y su picado notablemente más fino.

Figura 8.29. **Herramientas para la reparación del aluminio.**

© Ediciones Paraninfo

8.5. Análisis de daños en elementos metálicos

Las chapas que constituyen la carrocería de un vehículo tienen formas geométricas complejas, resultantes de la combinación de múltiples superficies curvas con un bajo porcentaje de superficies planas. Esto es así debido a que las superficies curvas confieren una mayor rigidez a la chapa, desempeñan una función estética y aportan ventajas aerodinámicas. Ello supone que el restablecimiento de la chapa dañada requiere de habilidad y precisión por parte del operario y de la utilización de determinados medios de reparación.

Cuando las deformaciones son de gran entidad, es conveniente sustituir el elemento dañado en lugar de proceder a su reparación.

Por tanto, la reparación de la zona dañada se puede realizar mediante diferentes técnicas que restablezcan la superficie a su estado original, o mediante la sustitución de las piezas afectadas.

La reparación de la superficie dañada solo se debe realizar si al final del proceso se pueden garantizar los siguientes requisitos:

- El pleno restablecimiento de la pieza dañada, en cuanto a los aspectos de seguridad y estética del vehículo.
- Los costes de mano de obra y materiales empleados en la reparación de la pieza no superan los costes que supondría sustituir la pieza por otra nueva.

Para restablecer la forma de la chapa se emplean útiles de mano con formas especiales (tases perfilados, palancas, etc.), herramientas y distintos equipos tales como gatos hidráulicos, soldadura multifunción, desabolladores neumáticos, ventosas, etcétera.

Para la sustitución de las chapas se utilizan herramientas de corte, soldadura y acabado de la chapa tales como sierras, buriles, equipos de soldadura, amoladoras, pulidoras, etc., además de las mencionadas anteriormente.

La elección del sistema de reparación siempre debe ir acompañada del estudio y diagnóstico de cada daño concreto.

8.6. Diagnóstico de anomalías

Para realizar un diagnóstico previo a la reparación hay que inspeccionar el daño, generalmente se detecta a simple vista, pero el reparador necesita conocer exactamente su alcance. Este tipo de revisiones se puede realizar a través de diferentes técnicas:

- Mediante la detección visual.
- Mediante la apreciación al tacto.
- Mediante peines de formas.
- Mediante el repaso con la garlopa.

8.6.1. Mediante la detección visual

Para controlar los daños que se han producido en una pieza, lo primero que se debe hacer es realizar una evaluación visual. Si el defecto es muy importante, no se necesitará más que un vistazo general, pero si es de menor importancia, determinar su extensión resultará más difícil; en este caso, se puede apreciar mejor observando desde diferentes ángulos y teniendo en cuenta los contrastes y reflejos que desprende la luz al incidir sobre la pieza.

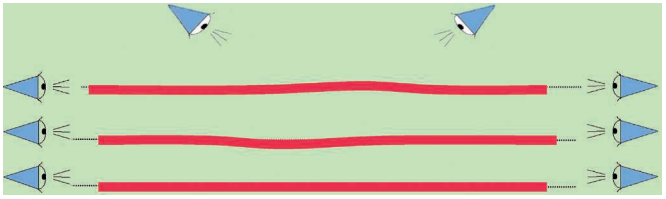


Figura 8.30. **Apreciación visual directa.**

Si se proyecta la luz emitida por una pantalla específica se puede observar mediante el reflejo el estado de la superficie. Cuando las líneas se mantienen paralelas indican que la superficie se encuentra en perfectas condiciones. Como ejemplo, se describe a continuación los distintos reflejos de las líneas en función del estado de la superficie.

El reflejo de la pantalla sobre una superficie no deformada siempre será paralelo.

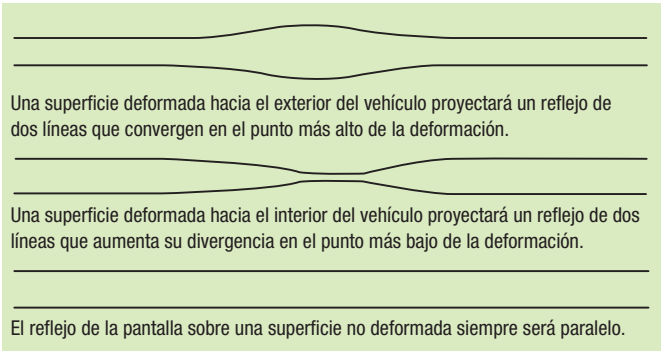


Figura 8.31. **Apreciación mediante el reflejo de una lámpara del estado de la superficie.**

© Ediciones Paraninfo

8.6.2. Mediante la apreciación al tacto

Este método de detección de anomalías se realiza pasando la palma de la mano en diferentes direcciones sobre la superficie abollada, empezando por una zona que no esté afectada y, sin levantar la mano, se sigue a lo largo de toda la abolladura para acabar en otra zona no afectada; de esta forma se puede sentir por medio del tacto si existe deformación y su ubicación exacta.

Cuando la anomalía es muy pequeña se puede emplear la mano izquierda, puesto que generalmente es más sensible que la derecha.

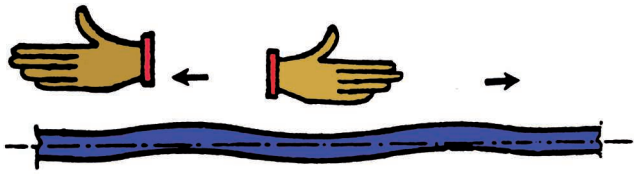


Figura 8.32. Apreciación por medio del tacto.

8.6.3. Mediante peines de formas

Otro sistema para detectar irregularidades en la pieza es por medio de la aplicación de un peine de formas. Es un útil específico que al ser aplicado sobre la pieza, sus láminas se deslizan sobre su soporte, ajustándose estas a la superficie de la pieza y reproduciendo fielmente la forma de la pieza y su perfil real. Seguidamente se separa de la pieza y se observa cómodamente si los extremos de sus láminas guardan la línea básica. También se puede realizar el control sobre una superficie de referencia, viendo si asienta correctamente, lo que indicará el estado en el que se encuentra la pieza.

Figura 8.33. Peine de formas: 1. soporte; 2. láminas.

8.6.4. Mediante el repaso con la garlopa

Se realiza con el útil denominado garlopa o lima de carrocero, aplicando en sentido paralelo unas ligeras pasadas, para no desbastar la chapa, de forma que no se crucen las trazas y se pueda observar mejor la nivelación de la superficie. Se recomienda especialmente utilizar esta técnica cuando se ha realizado una operación de recogido de la chapa con calor, puesto que, además de eliminar los restos de los puntos donde se aplicó calor, se puede observar claramente si la superficie está nivelada.

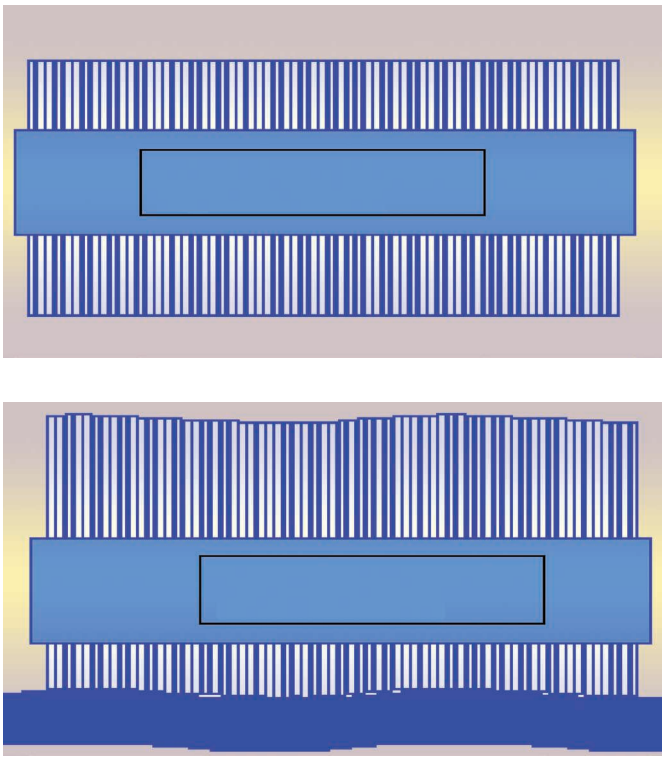


Figura 8.34. Comprobación mediante peine de formas.

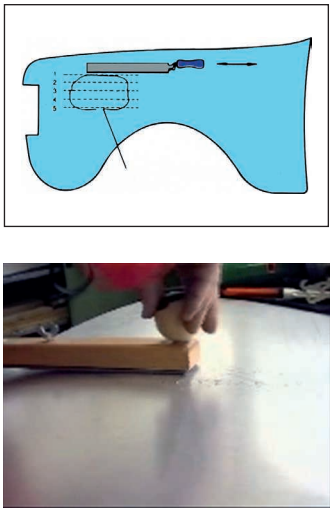


Figura 8.35. Esquema de utilización de la lima como control de la reparación.

© Ediciones Paraninfo

8.7. Tipos de abolladuras según su origen

Se entiende como abolladura la variación de forma que sufre, como consecuencia de un impacto, la superficie de una pieza de la carrocería con respecto a la original.

Según la repercusión del impacto, se pueden distinguir de dos tipos:

- Abolladura directa.
- Abolladura indirecta o estructural.

8.7.1. Abolladura directa

Es la producida por el choque violento entre alguna pieza de la carrocería y algún elemento externo que, superando el límite elástico de la chapa, la deforma en la zona de la colisión.

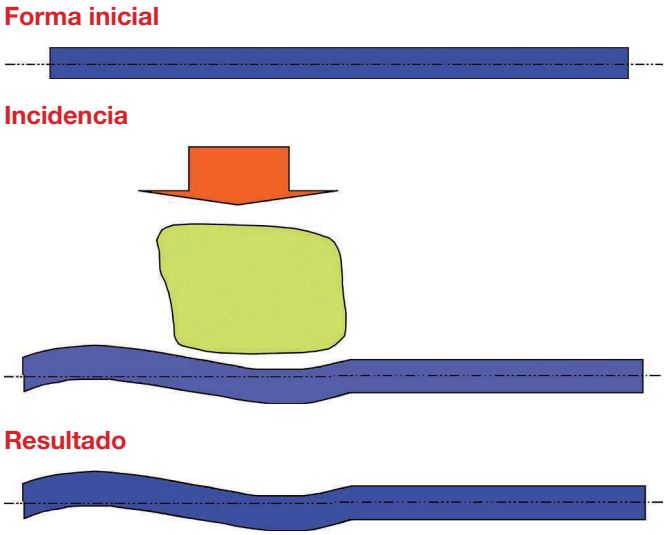


Figura 8.36. La chapa del vehículo solamente resulta dañada en la zona de la incidencia.

Figura 8.37. Abolladura directa.

Figura 8.38. Abolladura directa. Las piezas dañadas se localizan solo en la zona del impacto.

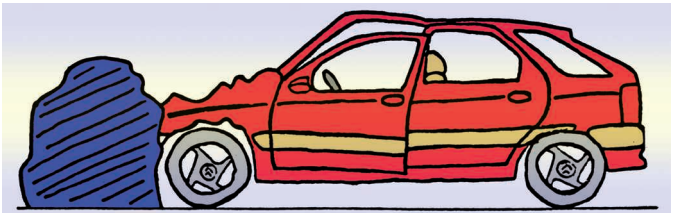


Figura 8.39. La deformación del techo se ha producido por la transmisión de fuerzas a través de la estructura, a causa del golpe en la parte frontal y de la inercia del resto de vehículo.

8.7.2. Abolladura indirecta o estructural

Es la producida por una colisión entre el vehículo y un obstáculo, y que tiene como consecuencia, además de la abolladura propia de la colisión, otras abolladuras localizadas en otra parte de la carrocería diferente a la zona donde se ha producido el impacto. La existencia de esta clase de daños en puntos diferentes al de la colisión implica que existen daños estructurales. Ello no quiere decir que todos los daños estructurales deban tener también una repercusión en una zona distinta a la del impacto, sino que cuando se da esta circunstancia se puede afirmar que existe un daño en la estructura del vehículo.

Figura 8.40. Vehículo con deformación estructural fuera de la zona de impacto.

© Ediciones Paraninfo

8.8. Niveles de reparación en elementos metálicos

Aunque no existen dos golpes iguales sobre una superficie, en cada uno de los golpes, tras un análisis, se puede tener una idea aproximada de las operaciones necesarias para realizar el restablecimiento de la superficie; dichas operaciones pueden clasificarse en diversos niveles de dificultad, teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- El perfil de la superficie en la zona dañada.
- La extensión o magnitud de los daños.
- La facilidad de acceso a la zona dañada y/o la dificultad de la reparación correspondiente.
- La extensión y/o magnitud del daño.
- La necesidad de utilizar herramientas o equipos especiales.
- La posibilidad de utilizar métodos de restablecimiento de la superficie sin que se produzcan daños en la pintura de origen.

De acuerdo con estos parámetros es posible clasificar los daños, y por consiguiente la reparación, en tres niveles definidos como sigue:

1. Enderezado de superficies fácilmente accesibles, utilizando herramientas o equipos de uso individual o métodos de restablecimiento de superficie sin que por ello se vea dañada la pintura.
2. Enderezado u otra operación en elementos de chapa, en zonas cercanas de superficies perfiladas o de aristas que exigen el empleo de herramientas o equipos especiales tales como soldadura de clavos y arandelas, desabolladores neumáticos, equipo de soldadura con alambre continuo, etcétera.
3. Reparación de superficies con daños de los tipos 1 y 2 que requieran el empleo de equipos hidráulicos o varias reparaciones del nivel 2 en un mismo elemento de chapa.

Los niveles descritos pueden servir como referencia para establecer los tipos de intervenciones que se deben realizar para la restauración de la zona afectada y, por tanto, deducir un tiempo aproximado de reparación y el material necesario para llevarla a cabo y así poder valorar si es interesante la reparación, o conviene más la sustitución de la pieza afectada.

Para mayor claridad, a continuación se ilustran y describen varios ejemplos correspondientes a cada nivel de dificultad.

Daños en elementos de chapa externos. Reparaciones de nivel 1

Figura 8.41. **Utillaje de uso.**

© Ediciones Paraninfo

Daños en elementos de chapa externos. Reparaciones de nivel 1 (continuación)

Situaciones características

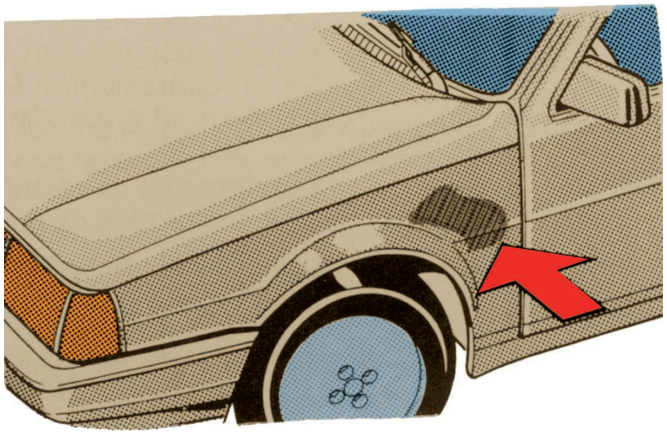


Figura 8.42. Abolladura en aleta delantera con fácil acceso por el interior de la zona dañada.

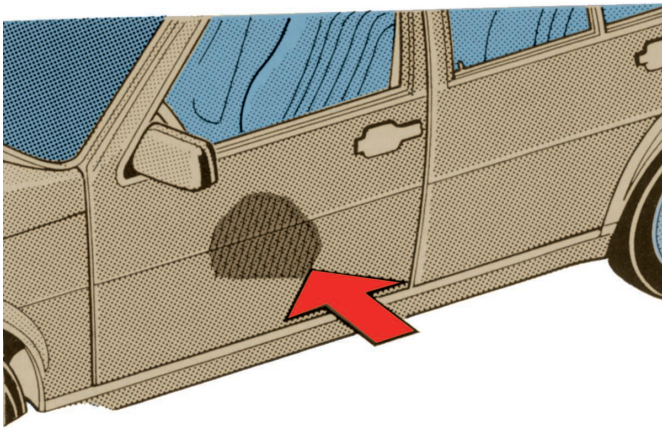


Figura 8.43. Abolladura en zona central de la puerta con fácil acceso por el interior de la puerta.

Situaciones características

Figura 8.44. Utillaje de uso.

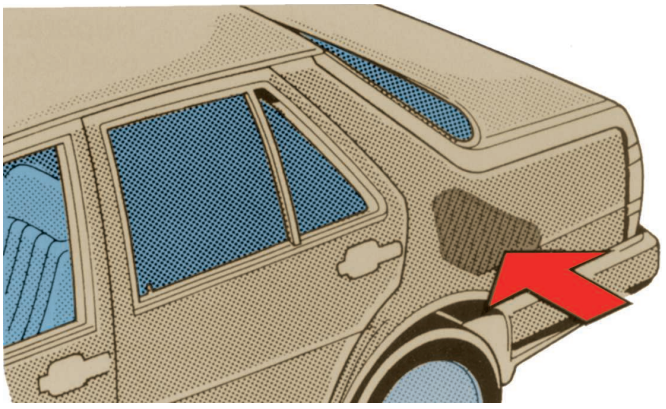


Figura 8.45. Abolladura en aleta trasera con fácil acceso.

Daños en elementos de chapa externos. Reparaciones de nivel 2

Figura 8.46. Utillaje y equipos específicos.

© Ediciones Paraninfo

Daños en elementos de chapa externos. Reparaciones de nivel 2 (continuación)

Situaciones características

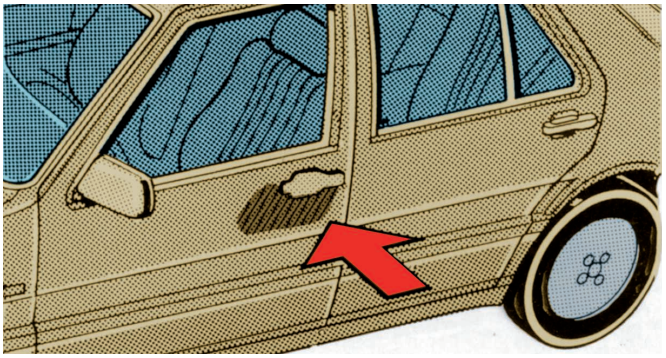


Figura 8.47. Abolladura en puerta cerca de la cerradura. Requiere empleo de hojas perfiladas para la reconstrucción.

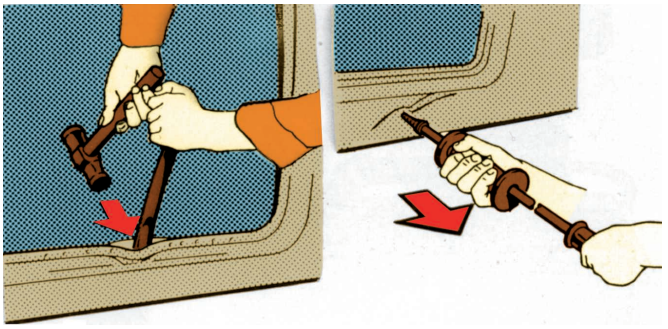


Figura 8.48. Abolladura en el larguero bajo puerta (talonera). Requiere abrir el cajeado mediante desprendimiento de puntos de soldadura o la utilización de utillaje especial para trabajar por el exterior.

Figura 8.49. Utillaje y equipos específicos.

Situaciones características

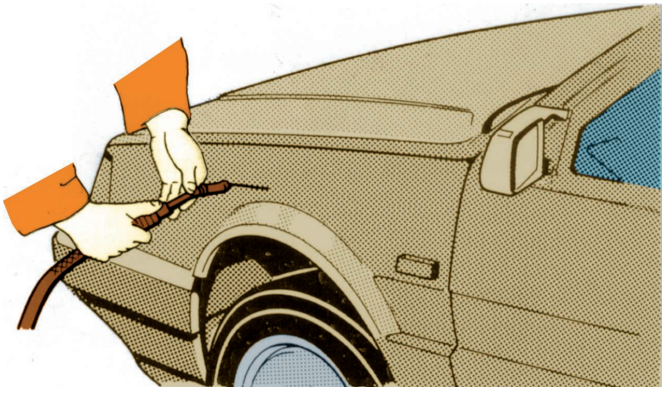


Figura 8.50. Corte en la aleta. Requiere el enderezado y la unión de los bordes mediante equipo de soldadura.

Daños en elementos de chapa externos. Reparaciones de nivel 3

Situaciones características

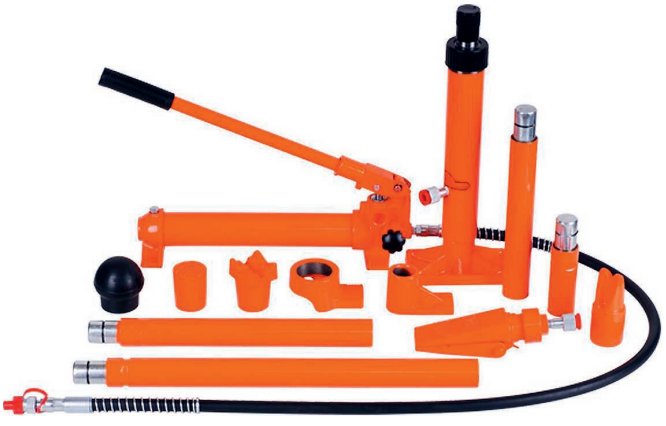


Figura 8.51. Utillaje y equipos específicos.

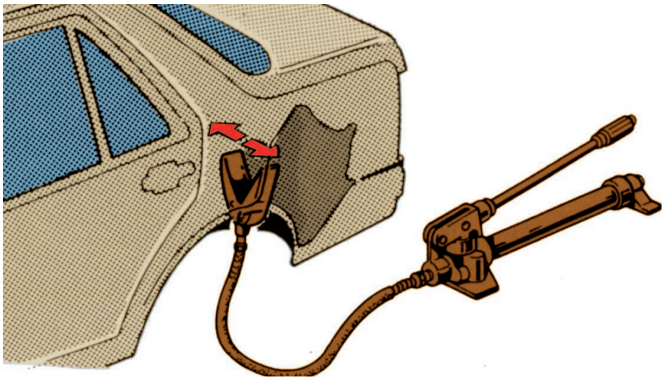


Figura 8.52. Abolladura donde se requiere equipo hidráulico para expandir la chapa.

© Ediciones Paraninfo

Daños en elementos de chapa externos.
Reparaciones de nivel 3 (continuación)

Situaciones características

Figura 8.53. **Utillaje y equipos específicos.**

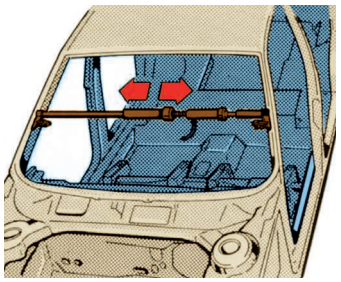


Figura 8.54. **Abolladura en montantes laterales y travesaño superior del parabrisas. Requiere la aplicación del equipo hidráulico.**

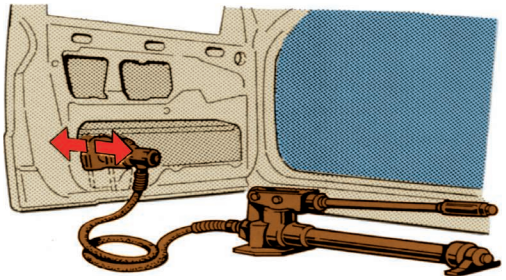


Figura 8.55. **Abolladura en parte interior de la puerta. Requiere expandir la chapa con equipo hidráulico debido a la presencia del bastidor interno de la puerta.**

8.9. Tratamientos aplicados en la reparación de la chapa en zonas accesibles

De acuerdo con la zona que ha sufrido el desperfecto habrá que determinar el proceso adecuado, los útiles de trabajo necesarios y la estrategia a seguir en la reparación con acceso por ambos lados de la chapa.

8.9.1. Tratamiento en frío

Es el método de conformación de la chapa que consiste en someter a la zona de la pieza dañada a unos esfuerzos mecánicos de empuje, tracción y/o batido, cuya intensidad será proporcional a la deformación sufrida, pero de sentido contrario al efecto que la produjo.

8.9.2. Tratamiento con aplicación de calor

Se utiliza para recoger y tensar la chapa; consiste en calentar una zona de superficie para aumentar su sección, al tiempo que disminuye su superficie. Se consigue mediante un calentamiento local muy rápido y un inmediato enfriamiento de la superficie. Se basa en el reblandecimiento de la zona calentada y en la resistencia que ofrece la parte fría que la obliga a recuperar su forma original.

8.10. El desabollado

El desabollado es un compendio de operaciones que se realizan para devolver a una pieza la forma original, procurando no alterar las características técnicas de origen, garantizando una resistencia similar a la original, asegurando la durabilidad y sobre todo las condiciones de seguridad originales.

Para conseguir este objetivo se emplean una serie de técnicas básicas y métodos que hay que realizar de forma combinada en función de cada golpe.

Consideraciones previas

A continuación se indican una serie de consideraciones a tener en cuenta en el proceso de desabollado:

- El acero, al ser trabajado en frío, sufre un endurecimiento llamado «acritud». Las piezas embutidas presentan diferentes durezas según sus distintas curvaturas.
- La reparación debe iniciarse en las zonas que han sobrepasado su límite elástico (dobleces en la deformación).
- La presión ejercida por el tas es proporcional a la deformación y a la resistencia de la zona a reparar.
- El golpeteo seguido e incontrolado no sirve para nada. Tratar de buscar en cada golpe el efecto deseado.
- El golpeteo directo del martillo sobre el tas a través de la chapa genera estiramientos.
- Las tensiones generales de la chapa se deben eliminar antes de repasar con tas y martillo.

© Ediciones Paraninfo

- El alivio de tensiones no se realiza con materiales punzantes, pues generan estiramientos.
- Es mejor dar mayor número de golpes pequeños que grandes golpes. En caso de error son más fáciles de corregir.
- Hay que elegir la herramienta adecuada para cada operación.
- Si la deformación está cerca de un nervio o quebranto hundido, se ha de aliviar primero la tensión del nervio y, a continuación, reducir la deformación de fuera adentro.
- Las distancias grandes entre el tas y el punto de impacto no son eficaces debido a la elasticidad del material.
- Cuando se golpea fuera del tas, hay que comenzar en las protuberancias más alejadas de la depresión, luego avanzar a hacia la depresión alternando los golpes en las protuberancias de uno y otro lado.
- No golpear nunca en zonas por debajo del nivel original, solo golpear en las protuberancias.
- A ser posible, no se desmontarán las piezas para la conformación de las abolladuras.
- En grandes deformaciones, empezar usando gatos.
- Los puntos correctos para realizar una buena tracción son los que sufren mayor deformación.
- Cualquier abolladura con estiramiento que aparezca, se tratará como si no lo tuviera, posteriormente ya se recogerá.
- Los revestimientos protectores que traen las chapas de acero se eliminarán exclusivamente en casos imprescindibles, limitando el lijado al mínimo necesario y con el abrasivo adecuado.

Según la extensión del desperfecto y su accesibilidad, el desabollado se puede realizar de tres formas:

8.10.1. Desabollado indirecto

Cuando la deformación es grande y la superficie del tas no abarca todo el desperfecto, se ha de colocar este en el final de la deformación haciendo presión sobre él para limitar la conformación a la zona deformada. Después, se golpeará con el martillo en la parte que más sobresale para ir reduciendo la deformación progresivamente, hasta que el tas pueda abarcar toda la deformación.

En función de la accesibilidad, también puede realizarse al contrario, sujetar con el tas en el centro de la deformación y golpear en su contorno.

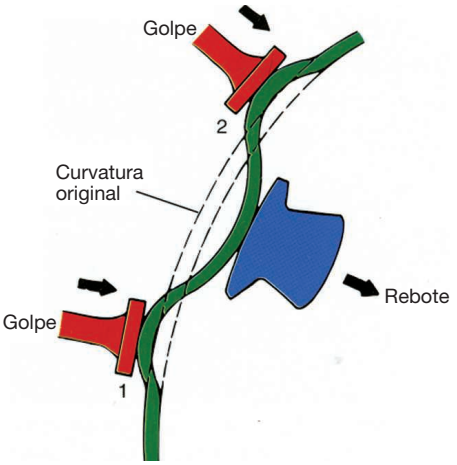


Figura 8.56. **Desabollado indirecto.**

8.10.2. Desabollado directo

Es el paso siguiente y consiste en colocar el tas apoyado haciendo presión sobre dos zonas que se encuentran alineadas, entre las que hay una pequeña deformación que será golpeada por el martillo desde la parte opuesta. Con ello se consigue alinear toda la pieza.

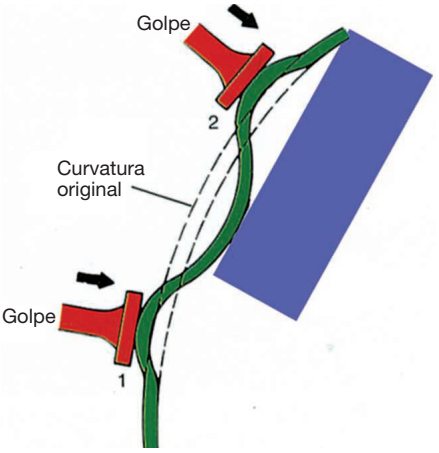


Figura 8.57. **Desabollado directo.**

8.10.3. Desabollado en falso

Es el sistema para la recuperación de daños en zonas que no tienen acceso desde el interior y que presentan gran rigidez. Para ello se golpea con el martillo en los extremos de la deformación sin utilizar ningún tipo de sufridera. Así, por su propia tensión puede recobrar su forma inicial.

La citada forma de desabollado requiere de un control especial, ya que en determinados casos la pieza no responde como se necesita ante este tipo de batido.

© Ediciones Paraninfo

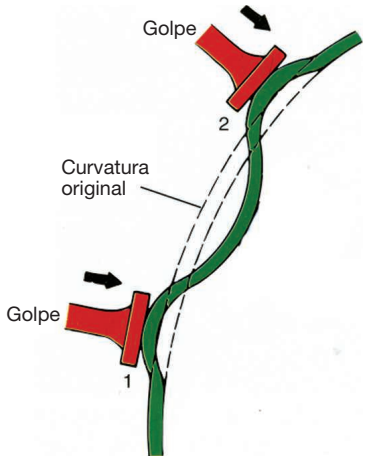


Figura 8.58. **Desabollado en falso.**

8.11. Operaciones básicas del chapista sin aplicación de calor

El chapista basa su trabajo en la transformación plástica de la superficie del acero por medio del golpeo continuado mediante las siguientes operaciones:

- Aplanado.
- Estirado.
- Recalcado.
- Batido.

8.11.1. Aplanado

Operación que consiste en golpear con el martillo en la parte saliente de la deformación al tiempo que se sufre el golpe por el lado contrario con el tas apropiado, hasta conseguir reducir la deformación para que la pieza recobre su línea original.

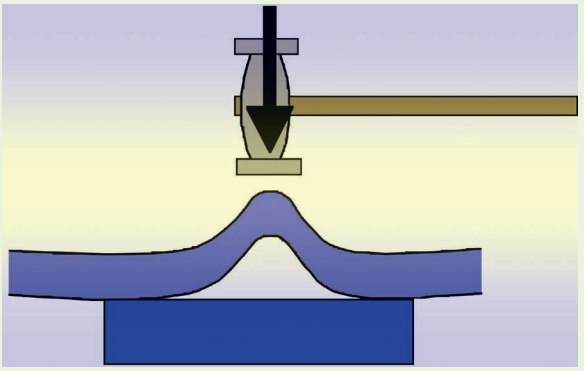
Se golpea en la parte más saliente, de forma que las superficies hundidas sean cada vez menores y así sucesivamente hasta hacerlas desaparecer.

Hay que adaptar la fuerza del golpe a la deformación; si el primer golpe es muy grande, entrará en contacto el tas con el martillo y la propia elasticidad de la chapa producirá su alargamiento por plasticidad. Un golpe muy fuerte o un excesivo golpeo puede empeorar la reparación.

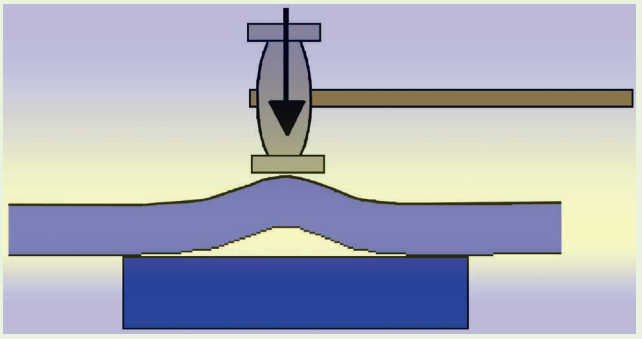
En la secuencia de dibujos siguiente se puede observar cómo se produce el estirado:

PROCESO DE APLANADO

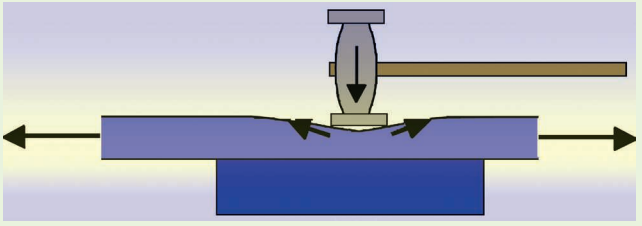
1 Apoyar el tas en los extremos de la deformación y golpear en la parte que sobresalga más.



2 Continuar de la misma forma, reduciendo la intensidad del golpe cuanto menor sea el desperfecto.



3 Dejar de golpear cuando toda la superficie de la chapa esté en contacto con el tas para evitar sobreestiramientos tal y como se observan en el dibujo.



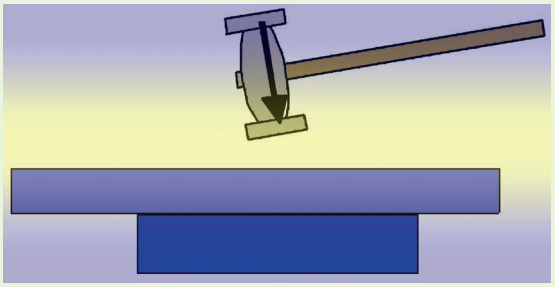
8.11.2. Estirado

En algunos momentos de la reparación puede precisarse un estiramiento de la chapa. Esta operación se realiza golpeando la chapa, de manera que el tas se encuentre justamente enfrente del golpe del martillo, en la parte contraria de la chapa y en contacto con ella. Entonces la chapa, por plasticidad, tiende a alargarse en detrimento de su sección.

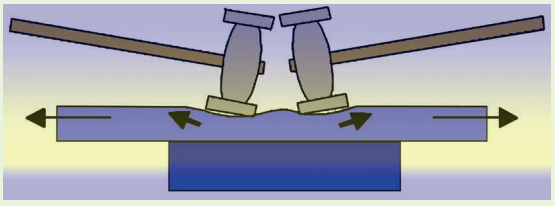
© Ediciones Paraninfo

PROCESO DE ESTIRADO

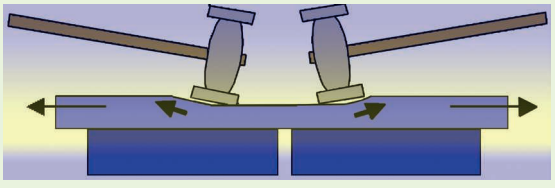
1 Con la chapa asentada sobre el tas, golpear fuerte dirigiendo el martillo hacia la parte que se desee sobreestirar.



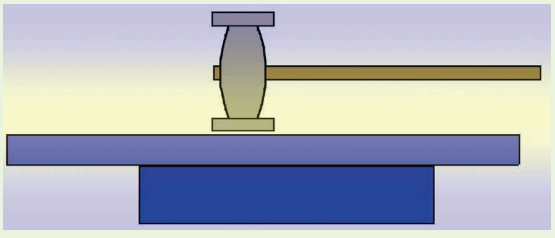
2 La plasticidad de la chapa hace que se reduzca el espesor y esta misma fuerza empuje el material hacia la zona libre. Se puede dirigir orientando el golpe.



3 El batido continuado y con la orientación apropiada del golpe desplaza parte del material y disminuye la sección de la chapa.



4 Para terminar, se debe golpear con el martillo plano más flojo con el fin de eliminar las marcas producidas.



Si se pretende aumentar el efecto en cada golpe o conseguir mucha precisión en un punto concreto, se podrá utilizar un martillo con cabeza pequeña, de esta manera la deformación tiene su efecto en puntos muy definidos, por lo que hay que asegurar muy bien el lugar del impacto para obtener los resultados necesarios.

El estirado se realiza para cubrir zonas en las que el material no llega o bien cuando se requiere que la chapa tenga menor espesor y resistencia.

8.11.3. Recalcado o recogido

Esta operación se realiza golpeando de forma que se vayan describiendo círculos concéntricos, desde la parte exterior hacia el centro.

Para realizar el sufrido al golpeo del martillo, se utilizan tases de plomo, puesto que al ser un material más blando que el acero impide que se produzca un estiramiento y desplazamiento del material.

Otra forma de recoger la chapa es mediante la aplicación de calor con electrodos de cobre o de carbón desarrollados en el Apartado 8.13.4.

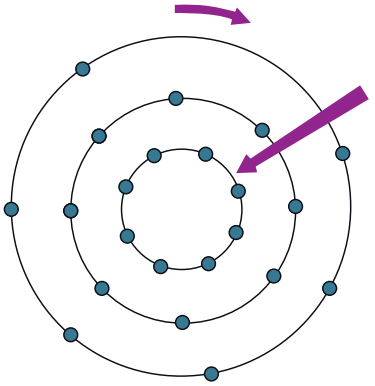


Figura 8.59. **Para realizar el recogido hay que ir golpeando en círculo desde la zona exterior de la abolladura hasta la zona interior.**

8.11.4. Batido

Esta operación consiste en golpear con el martillo directamente sobre la chapa cuando el tas está apoyado sobre ella por la otra cara, para que una parte del material se desplace de una zona hacia otra gracias a la plasticidad del material.

Se diferencia del recogido en que no solo sirve para igualar superficies, sino que también se utiliza para desplazar material y conseguir zonas más reforzadas, de forma que la reparación se adapte a los fines establecidos.

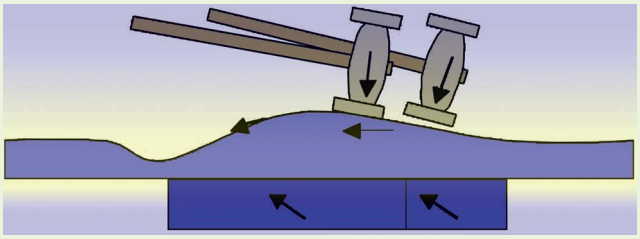
Para desplazar el material hacia otra zona, el martillo debe golpear a la chapa con una ligera inclinación en la dirección que necesitamos desplazar el material. Al mismo tiempo, el tas debe sufrir con una dirección que refuerce el mismo efecto.

Esta técnica se utiliza para variar la forma y la resistencia en determinadas partes de la superficie de una misma pieza.

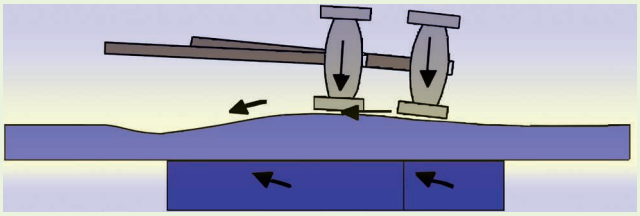
© Ediciones Paraninfo

PROCESO DE DESPLAZAMIENTO DE LA CHAPA MEDIANTE EL BATIDO

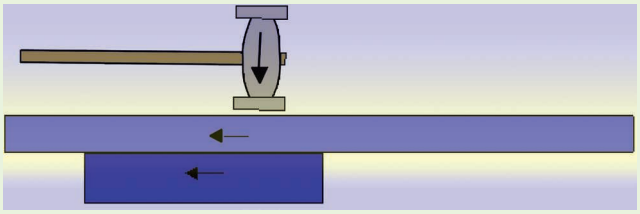
1 Comenzar batiendo fuerte, desde la parte de mayor abultamiento hacia la que está menos abultada, reforzando el efecto con la inclinación del golpe y la ayuda del tas.



2 Continuar desde la zona más abultada, pero a medida que se consigue el efecto necesario, reducir la fuerza del golpe y la inclinación del martillo.



3 Terminar reduciendo las marcas con golpes más suaves y el martillo prácticamente plano según el grado de acabado.



8.12. Técnica para la reparación en frío

Antes de comenzar la reparación realizaremos una inspección del daño para determinar la magnitud del deterioro y decidir sobre el tipo de reparación y el método más adecuado para desarrollarla.

Este apartado tiene una gran importancia, ya que si se diagnostica mal, es posible que haya que repetir el proceso de trabajo completo e incluso tener como resultado una reparación más compleja que la inicial, como consecuencia de la respuesta que se obtendrá del material.

8.12.1. Desarrollo de un proceso general

A continuación se describe un proceso general de cómo debe ser una reparación en frío:

1. Preparar el material de protección personal adecuado.
2. Consultar la documentación del fabricante.
3. Localizar todos los materiales, las herramientas y los útiles que se van a necesitar en cada fase del proceso de reparación.
4. Limpiar y acondicionar la zona de trabajo, protegiendo y en su caso desmontando las piezas que impidan, dificulten o puedan resultar dañadas en la reparación.
5. Comenzar la reparación por la parte más dañada.
6. Realizar un estiramiento previo, si es necesario, ayudándose de gatos hidráulicos.
7. Eliminar tensiones de la zona estirada antes de soltar el gato golpeando con un mazo en el final del daño, para que no retorne la deformación.

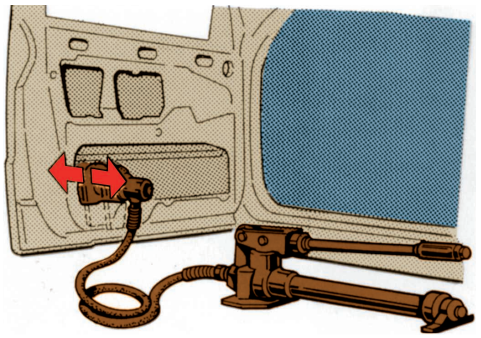


Figura 8.60. **Aplicación de un equipo hidráulico en una reparación.**

8. Restablecer las líneas de fuerza, para lo cual es conveniente utilizar las tranchas. Esta operación permitirá avanzar en la reparación, ya que la fuerza de la pieza se concentra en los pliegues que las dan forma.
9. Efectuar los golpes cuando se utilizan martillos de acabado, de forma muy controlada y siempre con la boca paralela a la chapa para no marcar las esquinas, si es necesario, al principio conviene realizar un golpeo muy suave para controlar mejor la alineación del martillo y la chapa, hasta que se vaya adquiriendo la destreza suficiente.

© Ediciones Paraninfo

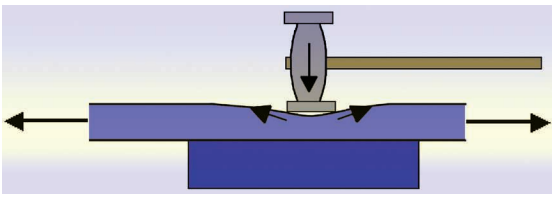


Figura 8.61. **Estirado de la chapa provocado por excesivos golpes.**

10. Durante toda la reparación, tanto la fuerza del batido como la presión que se ha de ejercer sobre el tas deberán ser proporcionales a la magnitud de la deformación.
11. No golpear directamente sobre el tas, se produciría un estiramiento innecesario de la chapa. Para evitar este efecto cuando las diferencias de nivel sean muy pequeñas hay que calibrar la fuerza de los golpes, adecuándola a la deformación de la superficie.
12. Eliminar las tensiones con la espátula y el tas antes del afinado.
13. Realizar el igualado final con masillas adecuadas al tipo de sustrato y proteger la chapa contra los efectos de la corrosión.

Figura 8.62. **Repaso con la espátula para eliminar tensiones.**

8.12.2. Particularidades de la reparación de los paneles de aluminio

Las características del aluminio, con respecto al acero, condicionan el desarrollo de la reparación; por ello, hay que tener en cuenta las siguientes particularidades:

- **Poca dureza.** Las piezas se marcan y sobreestiran fácilmente, por tanto hay que tener especial cuidado al elegir las herramientas adecuadas para la reparación. Controlar la fuerza de golpeo y el manejo de determinadas herramientas tales como palancas y gatos.

  Al ser el aluminio un material más blando que el acero, el lijado del panel de aluminio debe realizarse con lijas más finas de grano más cerrado y presionando menos que con las empleadas en los paneles de acero, para evitar las marcas típicas de lijado. Es conveniente aplicar un poco de parafina en la lija para disminuir su embazado.

- **Elevada rigidez.** Al ser golpeada o curvada la chapa de aluminio tiende a agrietarse enseguida. Este efecto negativo se palia, en gran medida, atemperando la pieza para aumentar su plasticidad y conformabilidad.

  El atemperado se puede hacer con llama oxiacetilénica o con un soplete de fontanero.

  Nota: el efecto producido por el atemperado del aluminio permanece en el aluminio durante horas, lo que permite trabajar la pieza sin tener que atemperar de nuevo.

- **El aluminio no cambia de color con el calor.** Cuando es necesario aportar calor se recomienda emplear indicadores termocromáticos para no dañar la pieza.

- **Elevado coeficiente de dilatación.** Con lo que tiende a sobreestirarse fácilmente. Cuando el panel no se ha roto, se puede recoger la chapa aplicando calor intenso en zonas muy reducidas.

El proceso de desabollado del aluminio en frío es similar al empleado en el acero, las diferencias se pueden resumir de la siguiente forma:

- Realizar el decapado empleando cepillos Clean & Strip, para no calentar la pieza.
- Realizar la reparación en frío con un atemperado previo.
- Emplear los útiles específicos de reparación de aluminio, no usar los de acero ni al contrario.

El golpeo repetido sobre la plancha de aluminio hace que su rigidez aumente muy rápidamente y llegue a resquebrajarse.

Es necesario controlar mucho el batido, ya que aparecen abombamientos muy rápidamente.

© Ediciones Paraninfo

Si aparecen pequeñas fisuras, generalmente se pueden soldar, pero algunos fabricantes indican que si aparece cualquier tipo de grieta, es imperativo cambiar toda la pieza. Cuando forman parte de la estructura, deberá realizarse la sustitución parcial prevista por el fabricante, realizando los cortes según los esquemas previstos y siguiendo unos métodos de unión muy determinados, solamente así se mantienen las garantías de seguridad imprescindibles.

PROCESO DE DESABOLLADO DE UN PANEL DE ALUMINIO

Es conveniente atemperar la superficie antes de comenzar la reparación, para ello hay que asegurarse de que la pieza no alcance temperaturas cercanas a los 200 °C.

1 Realizar un decapado de la pintura con disco Clean & Strip y analizar el daño para decidir el método de reparación y los útiles a emplear más apropiados.

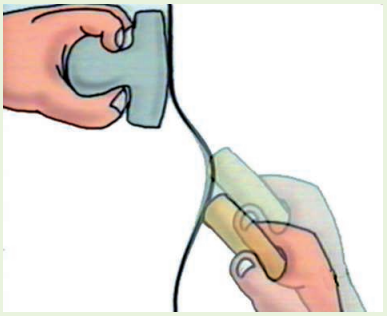
2 Evitar incidir demasiado con los abrasivos para no debilitar el panel.

3 Emplear exclusivamente los útiles específicos para el aluminio. Nunca deben ser intercambiados por los empleados para el acero.

4 Colocar el tas sobre la superficie. Cuando la chapa esté volviendo a su posición original, realizar poca presión con el tas.

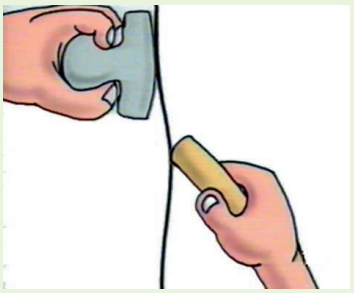
5 Comenzar siempre reduciendo el desperfecto desde el centro de la zona más abultada empleando útiles blandos tal y como aparece en la figura.

6 Siempre que se pueda, evitar golpear la pieza, mejorará la reparación. Ir desplazando el útil sobre el desperfecto desde atrás hacia delante, siempre comenzando por la parte más abultada.



© Ediciones Paraninfo

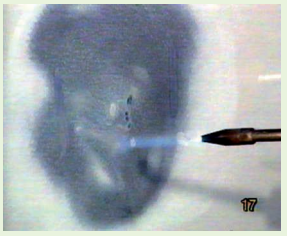
7 Repetir la operación hasta eliminar la deformación.



8 Verificar si la chapa ha resultado estirada, comprobando si cede bajo una ligera presión y vuelve hacia fuera al soltar.

9 Si se necesita recoger la chapa se deberá emplear control de temperatura, por ejemplo marcadores termocromáticos, tal y como aparece en la figura.

10 Para el recogido con calor se puede emplear sopladores de aire caliente regulados a 150 °C. Si el estiramiento es grande o el panel muy resistente, se podrá emplear el soplete de la soldadura oxiacetilénica con llama reductora, en puntos concretos durante períodos muy cortos de tiempo.



11 Reforzar el recogido golpeando con el martillo de madera.

12 Comprobar que la tensión de la chapa y la nivelación son las adecuadas.

8.12.3. Precauciones en la reparación de zonas accesibles

Al realizar la reparación en zonas accesibles se deben seguir las siguientes precauciones:

- Hay que prestar especial atención a la colocación de los gatos para evitar dañar la parte donde se apoyan las mordazas.
- Estirar siempre en frío y poco a poco hasta que se sobrepase ligeramente la cota normal de posicionamiento de la pieza, ya que al soltar el gato, debido a la elasticidad del metal, tenderá a retroceder.
- Hay que tener especial cuidado cuando se trata de aceros de alto límite elástico, puesto que tienden a crear concavidades al ser batidos.
- Si la deformación es relativamente importante o tiene ángulos muy agudos, hasta que estos pierdan sus filos, es recomendable utilizar martillos de batir para evitar dañar las caras rectificadas de los martillos de repasado o de acabado, ya que quedarían inservibles.
- Avanzar la reparación por toda la zona progresivamente, no se puede terminar una parte sin que toda la superficie esté prácticamente terminada. Puesto que si se hace, al continuar reparando otra zona de la misma superficie, afectaría a la primera y tendría que hacerse

© Ediciones Paraninfo

de nuevo, además, es casi seguro que al final, el panel quede estirado en exceso.

8.13. Reparación con aportación de calor

La aportación de calor sobre la chapa aumenta su plasticidad, facilita su conformación, en especial la operación de recogido, y permite la fijación (soldado) de útiles especiales empleados para tirar de ella.

Para conseguir el calentamiento de la chapa se emplean tres tipos de equipos:

- Equipos de soldadura oxiacetilénica. Se deben utilizar exclusivamente para atemperar la chapa de aluminio y para recogerla en caso de que tenga un gran espesor o la deformación de la superficie sea muy extensa, nunca se deben emplear en la chapa de acero, ya que la debilita en exceso y pierde las propiedades de seguridad.
- Equipos de calentamiento con transformadores de corriente.
- Equipos de calentamiento por inducción.

8.13.1. Equipos de calentamiento con transformadores de corriente

Para producir el calentamiento de la chapa se utilizan máquinas eléctricas de control electrónico, tipo multifunción, que pueden realizar, entre otras, la operación de calentamiento de la chapa.

Básicamente, estas máquinas constan de:

- Un transformador de corriente que adapta, mediante interruptores, las funciones necesarias en cada operación. Además permite regular la intensidad de corriente para cada aplicación. En algunos casos también permiten la regulación del tiempo de paso de la corriente aunque se mantenga pulsado el interruptor, con lo que se consigue mayor uniformidad en el calor aplicado a todos los puntos.
- Dos cables especiales que en uno de sus extremos disponen de conectores tipo *jack* para su conexión con el transformador. En el otro extremo uno de ellos es el electrodo de masa, adaptado para permitir una fácil fijación a la chapa, y el otro una pistola o maneral aplicador, también llamada *estuder*, equipada con un adaptador que permite intercambiar los electrodos y los distintos útiles para utilizarlos según la aplicación. La pistola dispone de un pulsador de control para realizar la operación de una forma cómoda y eficaz.

Figura 8.63. **Equipo multifunción.**

8.13.2. Equipos de aportación de calor por inducción

Resulta un equipo muy versátil que proporciona una solución muy interesante para las operaciones donde se requiere calentamiento de la chapa, al permitir un calentamiento rápido, eficaz, limpio y focalizado de elementos metálicos sin que se produzca ningún tipo de llama.

Los equipos de inducción tienen muchas aplicaciones al proporcionar calor solo en la zona de aplicación y reducir las posibilidades de deterioro de piezas no metálicas e incluso de la pintura. Entre las aplicaciones más interesantes de estos equipos se encuentran las siguientes:

- Calentamiento de piezas metálicas en pocos segundos sin producir daño en zonas cercanas.
- Recogido de la chapa estirada.

© Ediciones Paraninfo

- Facilita el desmontaje de piezas, tornillos oxidados, desmontaje de pernos, rodamientos, escapes, etc., mediante la aplicación de calor.
- Desmontaje de molduras, gomas de puertas, anagramas, etc., sin deteriorarlos.
- Desabollado de pequeños desperfectos de la carrocería sin que se produzca deterioro de la pintura.
- Desmontaje de lunas pegadas.
- Eliminación de pegatinas, restos de pintura, gomas, etcétera.

Principio básico de funcionamiento

Está basado en un generador de corriente alterna y una bobina inductora. Cuando el generador envía corriente a través de la bobina genera un campo magnético, dicho campo magnético induce corrientes de Foucault sobre la pieza que está sometida a él generando calor localizado sin que exista contacto físico entre la bobina y la pieza en cuestión.

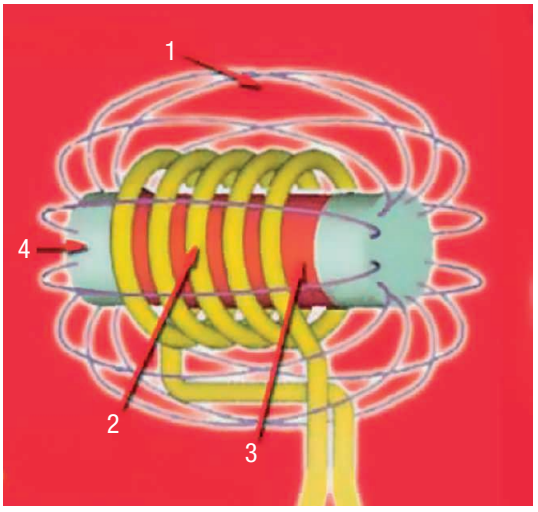


Figura 8.64. **Principio de funcionamiento del sistema de inducción: 1. campo magnético; 2. corriente eléctrica aplicada; 3. calor generado por inducción; 4. pieza de trabajo.**

Componentes del sistema

Los equipos de calentamiento por inducción están dotados de los siguientes elementos:

- Generador de potencia regulable.
- Bobinas inductoras de diferentes diámetros.
- Bloques de bobinas inductoras de diferente potencia dotadas de interruptores.
- Interruptor de pie.

Figura 8.65. **Equipo de inducción.**

Figura 8.66. **Aplicación del equipo de inducción para calentar chapa.**

8.13.3. Recogido de la chapa

Cuando la chapa resulta estirada por cualquier efecto mecánico, queda deteriorada (pierde parte de su residencia y también desaparece la nivelación de la superficie). En esta situación, es necesario restablecer sus propiedades estéticas y físicas. Como ya se ha indicado anteriormente, el método más adecuado es en frío, aunque cuando se trata de estiramientos, el más eficaz es el recogido a través de un calentamiento local de la pieza.

Según el método utilizado, el calentamiento de la pieza se puede producir por la resistencia que el metal opone al paso de la corriente eléctrica o por inducción.

En ambos casos, al entrar en contacto el electrodo y la pieza o la bobina y la pieza, esta se calienta rápidamente.

© Ediciones Paraninfo

El color rojo cereza de la chapa determina que se ha alcanzado la temperatura deseada y, con ello, la chapa ha aumentado de volumen.

Puesto que la zona colindante está fría no permite que esta zona se expanda hacia los lados, por lo que este aumento solamente se realiza en su grosor. Cuando se enfría, mantiene su grosor y tira de todo su perímetro, y produce así el recogido de la chapa.

Su efecto puede aumentarse:

- Batiendo la zona colindante hacia el punto caliente cuando este se mantiene maleable.
- Enfriando rápidamente el punto caliente, de tal forma que limite el relajamiento de la chapa y evite la transmisión de calor a la zona colindante.

Para eliminar las tensiones propias de las dilataciones y contracciones puntuales que se producen en la estructura de la chapa, es recomendable que al terminar de recoger la chapa se eliminen las tensiones residuales con un ligero asentado de la chapa con la espátula de repasar.

La aplicación de calor puede realizarse con equipos multifunción mediante electrodos de carbón o de cobre o con equipos de inducción mediante bloques de bobinas inductoras de diferentes potencias:

En los equipos multifunción:

- El electrodo de carbón está indicado para zonas amplias, de poco espesor y de perfil plano o ligeramente curvado.
- El electrodo de cobre resulta más apropiado para pequeñas extensiones de mayor resistencia. Ofrecen mayor funcionalidad por su rapidez y eficacia.

En los equipos de inducción:

- Las bobinas inductoras ofrecen un calentamiento de la superficie rápido y localizado. En función de la potencia del bloque utilizado el calentamiento será más rápido y eficaz.

Este método de reparación solamente ha de utilizarse si no es posible realizar el recogido de otro modo, pues el calentamiento hace que la chapa pierda parte de su resistencia mecánica. Esta es la razón principal que justifica la necesidad de utilizar unas máquinas y técnicas determinadas para conseguir un desabollado correcto, y conservar las propiedades físicas que garanticen la reparación.

En la chapa de acero no es recomendable la utilización de la llama de la oxiacetilénica, debido a que el calor a que se somete la pieza es muy alto y afecta a una zona demasiado amplia lo que debilita notablemente la resistencia final de la pieza e incide negativamente en la seguridad pasiva del vehículo.

Para determinar con exactitud la extensión de la zona estirada se puede emplear cualquiera de los métodos de verificación. Cuando existe la duda de si la zona está estirada, se puede comprobar fácilmente presionando directamente sobre ella con la mano, en caso afirmativo la chapa se deformará hacia el lado contrario produciendo un sonido característico.

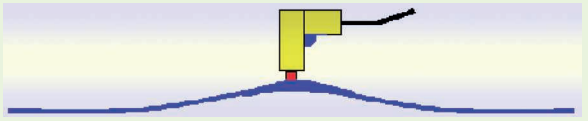
Una vez que se conocen las razones por las que el recogido de la chapa solo debe realizarse con la aportación de calor, se procederá al recogido con ayuda de la máquina multifunción y los útiles que esta precisa para ello.

PROCESO DE RECOGIDO CON APORTACIÓN DE CALOR Y BATIDO DE REFUERZO

1 Zona deteriorada de la chapa.

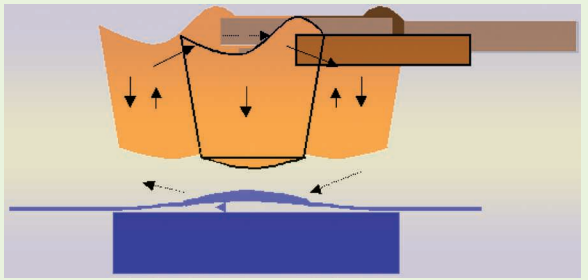
Zona estirada.

2 Calentamiento de la chapa con el equipo.



Calentamiento de la zona y aumento de espesor.

3 Batido de la zona calentada. Describir círculos alrededor de la zona calentada para acentuar el efecto de recogido.



Golpeado con mazo de cobre y tas de plomo.

4 Resultado final.

La chapa recupera su grosor y tamaño inicial.

© Ediciones Paraninfo

Figura 8.67. **Aplicación del electrodo de cobre.**

Figura 8.68. **Aplicación de calor con el equipo de inducción.**

8.13.4. Técnica de reparación con aplicación de calor

La técnica o proceso a seguir en la reparación con aplicación de calor es la siguiente:

1. Preparar el material de protección personal adecuado, en este caso incluir gafas para protegerse de proyección de partículas y guantes para evitar quemaduras.
2. Preparar la máquina con los accesorios necesarios, colocar los interruptores selectores y potenciómetros en la posición correcta.
3. Para poder reforzar el recogido propio del calor, preparar un martillo de bronce y una sufridera de plomo y/o un paño húmedo por si se necesita acelerar aún más el efecto de recogido.
4. Limpiar y acondicionar la zona de trabajo, proteger y en su caso desmontar las piezas que puedan resultar dañadas, impidan o dificulten en exceso la reparación.

Figura 8.69. **Decapado de la superficie.**

5. Preparar una zona para asegurar el contacto eléctrico entre el borne de masa y la pieza. Este se situará lo más cerca posible de la zona a recoger. Para ello, decapar las zonas de aplicación de los electrodos de masa y positivo. La superficie de contacto del electrodo de masa con la chapa siempre ha de ser superior a la del electrodo positivo, en caso contrario se calentará la zona del electrodo de masa.

   Colocar el borne de masa, fijándolo a la pieza por medio de mordazas, imanes o con el útil específico.

   Para realizar el ajuste de la intensidad de trabajo comenzar haciendo una prueba en una chapa del mismo espesor que la del vehículo. Al dar el primer punto observar el efecto producido y, en su caso, reajustar la intensidad al tipo de chapa sobre la que se va a trabajar.
6. El diámetro que forma la aureola alrededor del punto de calor debe ser aproximadamente 1,2 veces el espesor de la chapa.

© Ediciones Paraninfo

7. Calentar la pieza hasta que el punto de contacto de la chapa adquiera un color rojo cereza, momento en el que la chapa aumenta de espesor.
8. Comenzar dando puntos de calor en la parte más saliente y si es necesario realizar series de puntos formando circunferencias concéntricas.
9. Mantener el electrodo sobre la chapa ejerciendo una ligera presión, incluso un segundo después de haber soltado el interruptor.

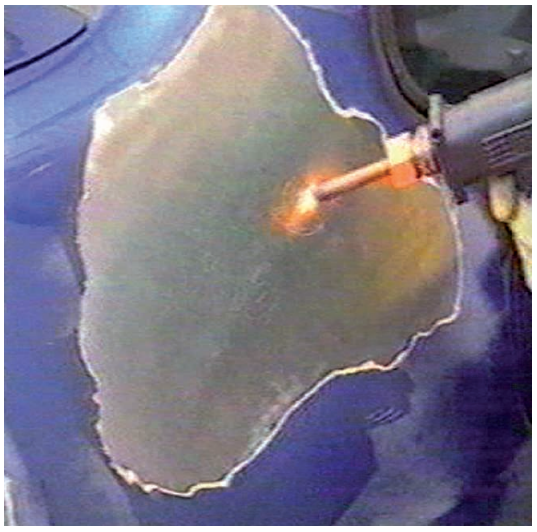


Figura 8.70. **Calentamiento de la superficie con electrodo de carbón.**

10. Para reforzar el efecto de recogido, pasar un paño húmedo cada vez que se retire el electrodo de la pieza.

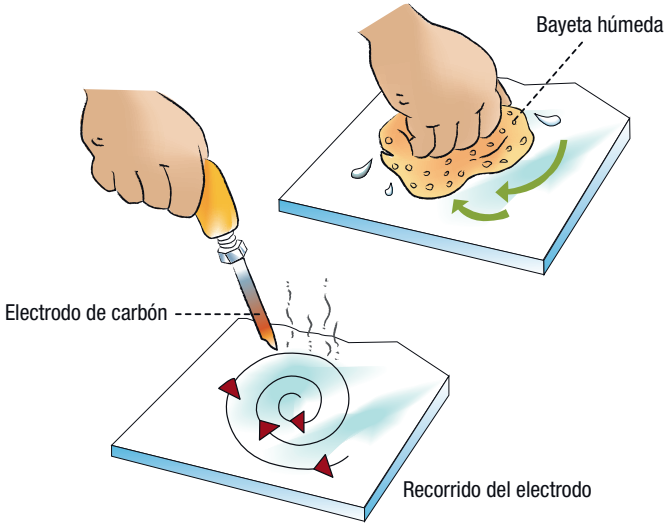


Figura 8.71. **La operación de recogido se potencia calentando la zona con el electrodo de carbón y enfriándola rápidamente con un paño.**

11. Realizar un control continuo de la evolución del proceso para evitar recoger la chapa en exceso, lo que obligaría a batir de nuevo la chapa. Cuanto más calor se aplique, menor resistencia física tendrá la chapa al final del proceso.

    Para evitar el deterioro es conveniente recordar que siempre se puede realizar una segunda pasada si se estima conveniente.
12. Cuando se termina de recoger, realizar un leve aplanado con la espátula de recalcar con el fin de eliminar tensiones residuales.
13. Pasar la lima de carrocero para hacer desaparecer restos de los puntos donde se aplicó calor y para determinar la planitud de la zona reparada.

8.13.5. Particularidades de la aplicación de esta técnica sobre paneles de aluminio

Las particularidades del aluminio, enumeradas anteriormente, también afectan a la reparación con aportación de calor, de ahí que sea necesario tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- **Elevada dilatación.** Controlar el calor aportado y la reacción de la chapa calentada.
- **Elevada conductibilidad térmica.** Si se desea recoger el panel, es necesario aplicar calor muy intenso, de lo contrario el calor se dispersa por la pieza y al ambiente, y no se consigue el efecto deseado. Por tanto, el electrodo de cobre resulta muy efectivo, y emplea intensidades bastante elevadas. Cuando la dilatación afecta a una zona grande, puede emplearse la soldadura oxiacetilénica punto a punto (calentar-enfriar).
- **El aluminio no cambia de color con el calor.** Para evitar el deterioro del panel por exceso de calor, emplear los reseñados indicadores termocromáticos.

El recogido de la chapa se debe realizar con electrodo de cobre. Cuando existe un gran estiramiento o cuando se trata de una pieza de gran resistencia se puede emplear la soldadura oxiacetilénica. Se recomienda emplear indicadores termocromáticos.

Para recoger aluminio, el electrodo de carbono es poco efectivo y deja grandes marcas en el panel.

© Ediciones Paraninfo

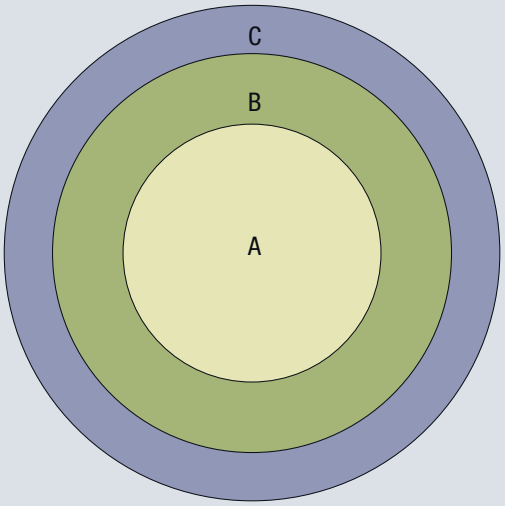


Figura 8.72. **Ejemplo de empleo de un indicador termocromático: A) zona de trabajo; B) superficie próxima a la zona de trabajo, la temperatura alcanzada no es suficiente para trabajar; C) zona de seguridad, la tinta del indicador cromático comienza a cambiar de color.**

Los equipos de soldadura deben ser especiales, el aluminio requiere que sean de gran potencia y con controles de voltaje muy exhaustivos, puesto que el aluminio conduce muy bien el calor y lo disipa de igual forma.

Los equipos de protección para soldadura deben ser más eficaces, puesto que los gases son más tóxicos y las quemaduras por salpicadura del metal sobre la piel siempre se infectan.

8.13.6. Normas de seguridad e higiene

A continuación se detallan las normas de seguridad e higiene a tener en cuenta al utilizar equipos de soldadura con transformadores de corriente:

Para los equipos de soldadura con transformadores de corriente

El operario deberá conocer los riesgos, resumidos a continuación, que derivan de las operaciones con equipos de soldadura con transformadores de corriente.

Quemaduras

Producidas por la proyección de partículas incandescentes mientras se realiza la soldadura y por contacto de la pieza poco tiempo después de haber sido soldada. El equipo de protección personal para evitar estos riesgos consiste en la utilización de ropa, pantallas protectoras y guantes apropiados.

Descarga eléctrica – *Puede matar*

Algunas precauciones a tener en cuenta para evitar descargas eléctricas durante la utilización de estos equipos:

- Instalar y conectar a la toma de tierra del equipo según las normas aplicables.
- No tocar las partes eléctricas bajo corriente o los electrodos con la piel desnuda, los guantes o las ropas mojadas.
- Aislarse de la tierra y de la pieza a soldar.
- La posición de trabajo debe ser segura.

Humos y gases – *Pueden dañar la salud*

Para evitar la inhalación de humos y gases nocivos, se deben tener en cuenta las siguientes indicaciones:

- Mantener la cabeza fuera de los humos.
- Trabajar con una ventilación adecuada y utilizar aspiradores en la zona del arco para evitar la presencia de gases en la zona de trabajo. Mientras se realizan las soldaduras se deben utilizar guantes y gafas para evitar posibles quemaduras. No se debe utilizar el equipo en zonas donde haya concentrados gases inflamables.

Rayos del arco – *Pueden herir los ojos y quemar la piel*

Para evitar los rayos producidos por los arcos es necesario seguir las siguientes indicaciones:

- Proteger los ojos con máscaras para soldadura dotadas de lentes filtrantes y el cuerpo con prendas apropiadas.
- Proteger a los demás con adecuadas pantallas o cortinas.

Riesgo de incendio y quemaduras

Las chispas (salpicaduras) pueden causar incendios y quemar la piel; asegurarse, por tanto, de que no se encuentren materiales inflamables en las cercanías y utilizar prendas de protección idóneas.

Marcapasos

Los campos magnéticos que derivan de corrientes elevadas podrían incidir en el funcionamiento de los marcapasos.

© Ediciones Paraninfo

Los portadores de aparatos electrónicos vitales deberían consultar al médico antes de acercarse a las operaciones de soldadura de arco, de corte, desagrietamiento o soldadura por puntos.

Explosiones

No soldar en proximidad de recipientes a presión o en presencia de polvo, gas o vapores explosivos. Manejar con cuidado las bombonas y los reguladores de presión utilizados en las operaciones de soldadura.

Para los equipos de inducción

Mientras se están utilizando los equipos de inducción, el operario no debe llevar encima elementos metálicos como anillos, relojes, cadenas, hebillas de cinturón, ropas con remaches metálicos, botones, cremalleras, etcétera.

Tampoco debe llevar monedas, llaves o cualquier elemento metálico que podrían causar quemaduras graves o incluso incendiar la ropa.

Durante la operación debe usar guantes resistentes al calor para evitar quemaduras en las manos o dedos.

No se debe utilizar el equipo de inducción a menos de 150 milímetros de cualquier componente del airbag puesto que el calor generado podría poner en marcha el dispositivo.

Cuando se calientan determinados elementos como adhesivos, molduras, pegamentos, etc., pueden producir humos tóxicos por lo que en estos casos se deben utilizar las mascarillas apropiadas.

No deben utilizar estos equipos personas con marcapasos, o cualquier otro tipo de implante electrónico o quirúrgico. Tampoco las personas que tengan implantes metálicos como tornillos, clavos, placas, etcétera.

Debe mantenerse accesible un extintor en el área de trabajo.

8.13.7. Precauciones en la reparación con aportación de calor

Para proceder a la reparación con aportación de calor, es necesario seguir las siguientes indicaciones:

- Es imprescindible desembornar la batería antes de utilizar estos equipos.
- Lijar la zona, para que permita el paso de la corriente eléctrica. Esta operación deberá afectar a la menor superficie que sea posible, ya que con el lijado se destruye la protección anticorrosiva de origen que siempre es de mejor calidad que las que se aplican en reparación.
- No se debe pulsar el interruptor de la pistola antes de tocar la chapa, ni después de separar el electrodo de ella, puesto que se sobrecarga el equipo.
- No olvidar el empleo de los equipos de protección individual siempre que la operación lo requiera.

Figura 8.73. **Equipo de protección individual.**

8.14. Reparación de elementos metálicos en zonas con difícil acceso y zonas cerradas

Cuando se producen daños en zonas de la carrocería sobre las que no se tiene acceso por la parte interior o que para acceder a ellas hay que desmontar un gran número de piezas para realizar el proceso de enderezado de la chapa, se puede recurrir al empleo de técnicas y equipos que están especialmente indicados para facilitar este tipo de reparaciones.

En función del tipo de daño, se procederá a la reparación, o a su sustitución parcial o total, ya que en algunos casos será económicamente más interesante la reparación, y en otros la sustitución.

A continuación se desarrollan los medios y las técnicas empleados para realizar la reparación de un daño leve en una zona de la carrocería sin que sea necesario acceder desde la parte interior de la superficie dañada.

Como todos los daños producidos en una carrocería son distintos, se tratará de dar a conocer diferentes técnicas de reparación para que el trabajador pueda optar por la que le resulte más conveniente en cada caso.

© Ediciones Paraninfo

8.15. Técnicas y medios utilizados en la reparación de daños en zonas no accesibles

Las técnicas que se utilizan para el desabollado en zonas de difícil acceso también se pueden utilizar cuando se trate de daños leves en zonas accesibles, puesto que resulta muy sencilla su aplicación y disminuye considerablemente el tiempo de la reparación al evitar el desmontaje y montaje de elementos para acceder por la parte interior del daño.

Entre las técnicas utilizadas para la reparación por una sola cara cabe diferenciar aquellas que se utilizan cuando es necesario quitar parte de la pintura de las que la reparación se puede efectuar sin producir su deterioro.

A continuación se describe la reparación de la carrocería por una sola cara mediante elementos soldados y, por tanto, daños donde la pintura se ha visto deteriorada o se deteriorará durante su reparación.

La reparación de elementos soldados se utiliza cuando la fuerza de tracción necesaria para restablecer la superficie es muy grande y en la mayoría de los casos los elementos pegados no aguantarían la fuerza de tracción necesaria sin despegarse, aunque, actualmente la evolución de adhesivos ha hecho posible que se pueda realizar una gran fuerza de tracción sobre elementos pegados, tal y como se describe en el Apartado 8.24.

El desabollado se realiza mediante la tracción de elementos soldados tales como arandelas, clavos, tornillos, estrellas o electrodos. Para ello existe una gran variedad de equipos diseñados para tal función entre los que cabe destacar:

- Equipo de soldadura multifunción y martillo de inercia.
- Equipo de soldadura de elementos de tracción.
- Equipo de retracción de elementos soldados con sistema de palancas.
- Desabollador neumático.

8.16. Técnicas de desabollado mediante elementos soldados

La utilización de esta técnica permite restaurar la chapa a su posición original mediante la fuerza de tracción que se produce a través de una serie de elementos que han sido previamente soldados. Dicha tracción se puede realizar de muy diversas maneras y de ello deriva en buena parte la variedad de los equipos de aplicación que existen.

Este tipo de técnica no es definitiva para todo el proceso de reparación de un daño, pues aunque es muy útil para extraer abolladuras, difícilmente quedará la superficie lo suficientemente lisa como para proceder a la preparación para el pintado, por lo que se necesita la aplicación de material de relleno para su correcto nivelado.

8.16.1. Soldadura multifunción

Los equipos de soldadura multifunción ofrecen la posibilidad, entre otras, de soldar diferentes elementos de tracción (clavos, arandelas, etc.) sobre la chapa donde se ha producido la abolladura, para posteriormente retraer la zona hundida a una posición lo más cercana posible a la original. Se emplea cuando el desperfecto presenta resistencia para ser conformado y la pintura se ha deteriorado.

Está diseñado para realizar soldaduras de puntos por una sola cara, y puede ser un equipamiento complementario al equipo de soldadura por puntos de resistencia, o un equipo independiente. En ambos casos dispone de los siguientes componentes:

- Transformador de corriente.
- Panel de control donde se puede seleccionar la operación de soldadura que se desee llevar a cabo y regular, mediante potenciómetros e interruptores, la intensidad y el tiempo de soldadura. El tiempo de soldadura se puede regular también mediante la pulsación del gatillo de la pistola.
- Pistola.
- Clasificadora de elementos de tracción.
- Útiles de pistola.
- Electrodos de carbono.
- Útiles para el acoplamiento del martillo de inercia.
- Martillo de inercia.

Figura 8.74. **Elementos de tracción.**

© Ediciones Paraninfo

Figura 8.75. Soldadura de una arandela.

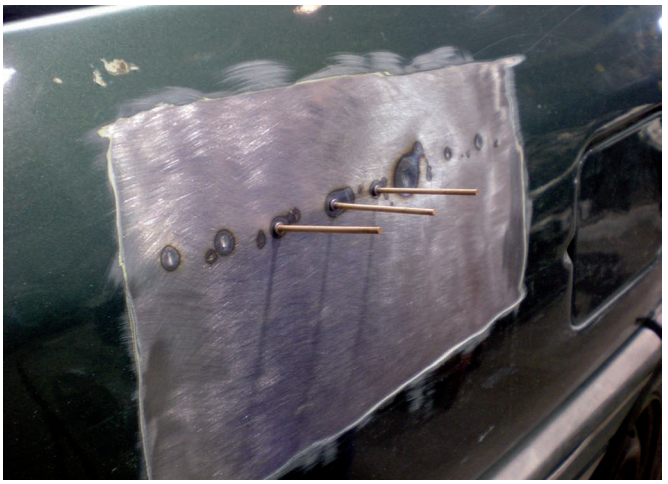


Figura 8.78. Clavos de tracción soldados.

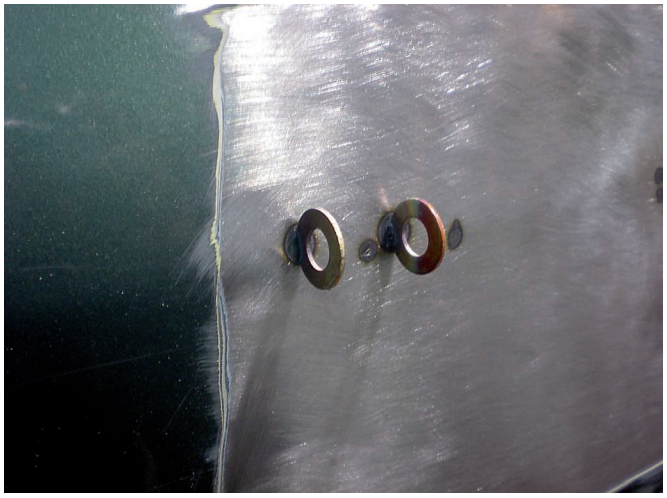


Figura 8.76. Arandelas de tracción soldadas.

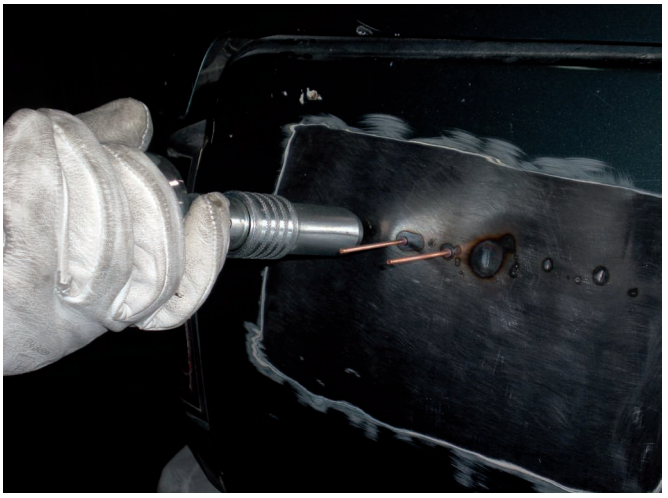


Figura 8.79. Aplicación del martillo de inercia sobre clavos de tracción soldados.

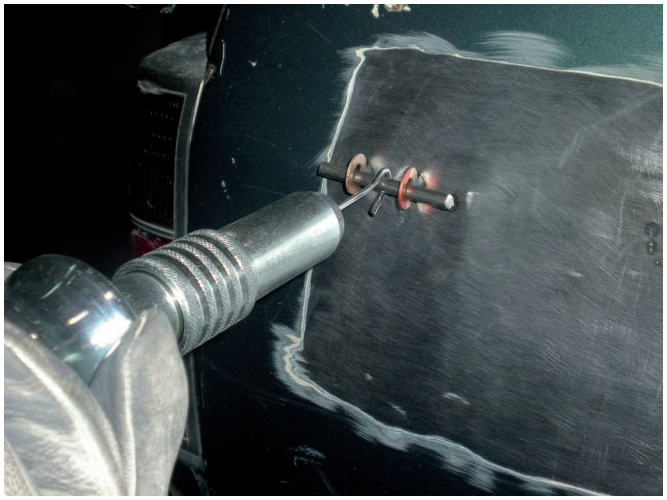


Figura 8.77. Retracción de la chapa mediante la utilización de arandelas, pasador y martillo de inercia.

Figura 8.80. Soldadura de una estrella mediante el martillo de inercia.

© Ediciones Paraninfo

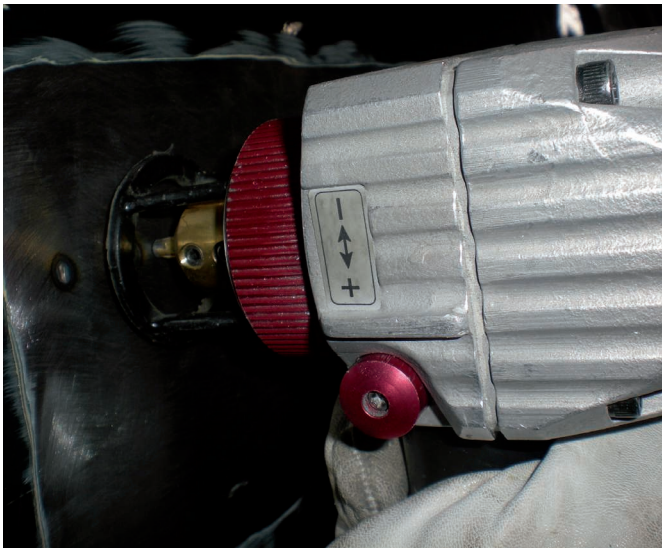


Figura 8.81. Soldadura del electrodo de un equipo específico. El mismo equipo produce la retracción de la chapa a su posición original.

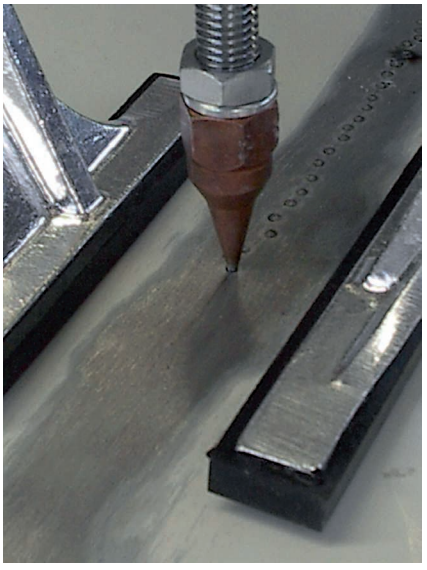


Figura 8.82. Soldadura de un electrodo con un equipo específico. Un sistema manual propio del equipo produce la fuerza de tracción.

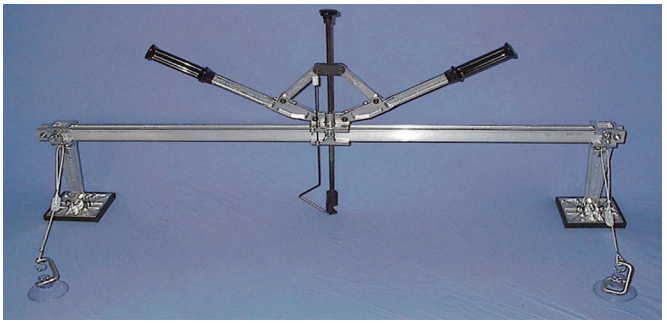


Figura 8.83. Equipo de tracción con sistema manual.

Figura 8.84. Equipo de tracción con sistema manual.

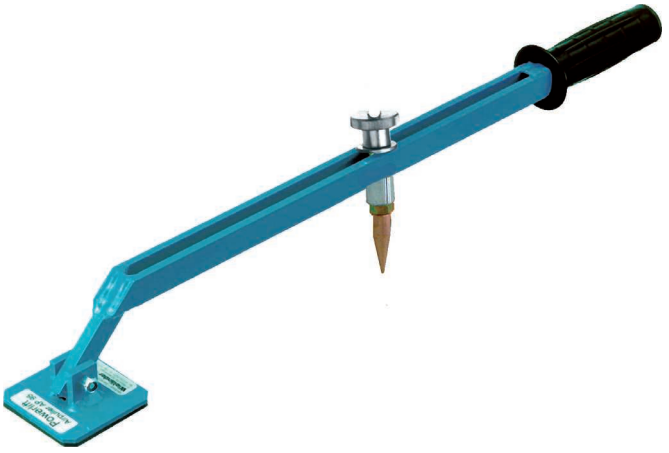


Figura 8.85. Útil de tracción tipo palanca.

1. Transformador de corriente con panel de control.
2. Cable de masa.
3. Cable de positivo.
4. Pistola.
5. Clasificadora de elementos (arandelas, clavos de tracción, etc.).
6. Martillo de inercia.

Figura 8.86. Equipo de soldadura por resistencia diseñado para la reparación de la carrocería.

© Ediciones Paraninfo

8.16.2. Martillo de inercia

Está diseñado para retraer la abolladura por medio de la acción sobre elementos de tiro soldados (arandelas, clavos, etc.).

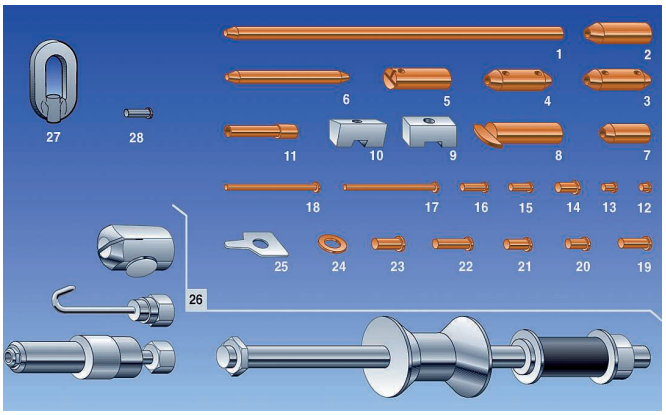


Figura 8.87. Útiles específicos del equipo: 1. electrodo carbón; 2. electrodo fijación remaches; 3 y 4. electrodos fijación para tornillos; 5. electrodo fijación para arandelas; 6, 7 y 8. electrodo de cobre; 9 y 10. soporte electrodo; 11. electrodo fijación para remachar; 12, 13, 14, 15 y 16. remaches; 17 y 18. clavos; 19, 20, 21, 22 y 23. remaches de diferentes diámetros; 24. arandela; 25. arandela para fijación; 26. martillo completo de inercia; 27. arandela; 28. remache.

Figura 8.88. Martillo de inercia con algunos elementos específicos.

Figura 8.89. Juego de elementos de tracción.

El mecanismo está provisto de un eje sobre el que se puede desplazar una masa de inercia dentro de un recorrido determinado. Uno de los extremos del eje está roscado para acoplar diferentes adaptadores a través de los cuales se sueldan clavos, arandelas y remaches o tornillos, o los útiles para ejercer la fuerza de tracción sobre los elementos soldados. En el otro extremo del eje se puede acoplar la pistola para realizar la soldadura. El lanzamiento de la masa de inercia hacia el exterior provoca la fuerza de tracción sobre el elemento soldado.

8.16.3. Operaciones que se pueden realizar con equipos multifunción

Las operaciones que se pueden realizar con este tipo de equipos son las siguientes:

- Soldadura de puntos por una sola cara.
- Corregido de superficies hundidas de la carrocería mediante la soldadura de elementos de tiro y la aplicación del martillo de inercia.
- Recalcado.

Figura 8.90. Soldadura de un elemento de tracción.

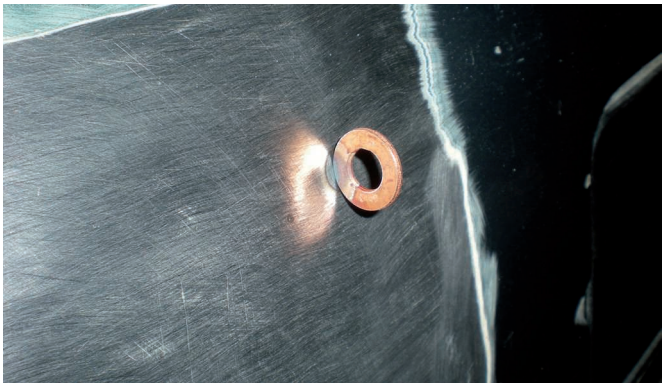


Figura 8.91. Arandela soldada.

© Ediciones Paraninfo

Figura 8.92. Tracción de una estrella soldada con el martillo de inercia.

Figura 8.93. Aplicación del electrodo de carbón.

PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE UNA ABOLLADURA CON MÁQUINA MULTIFUNCIÓN

1 Analizar el daño producido, para decidir el proceso de reparación más conveniente.

Preparar la superficie afectada sometiéndola a un lijado hasta conseguir que la superficie dañada quede desnuda.

2 Colocar el cable de masa lo más cerca posible de la superficie donde se vaya a soldar para que al realizar la soldadura el paso de corriente tenga la menor resistencia posible.

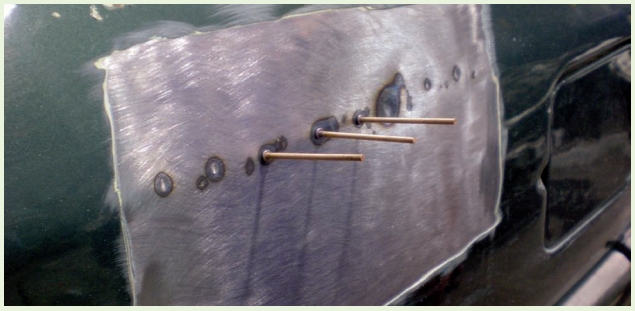
Se pueden utilizar soportes magnéticos específicos para sujetar el cable de masa.

Figura 8.94. Soporte magnético.

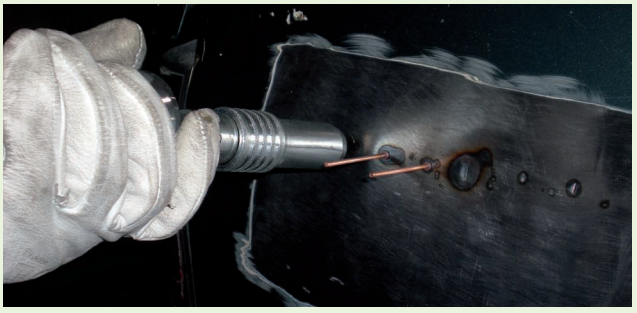
Figura 8.95. Soporte magnético.

3 Soldar los elementos de tracción (arandelas, clavos, estrellas, etc.) en función de las características del golpe y del esfuerzo que haya que realizar. La separación entre los elementos soldados no debe ser muy grande para que la superficie pueda restablecerse uniformemente.

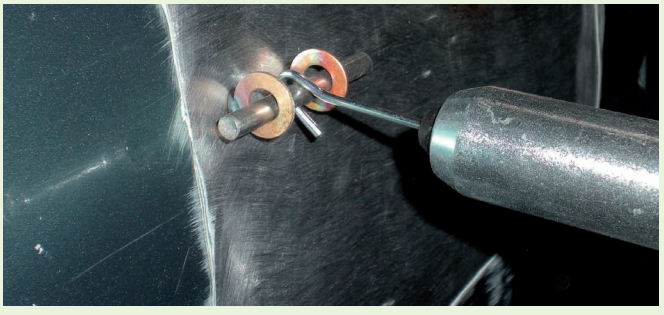
© Ediciones Paraninfo



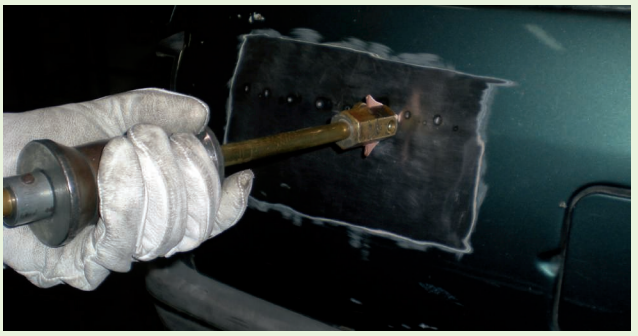
4 Aplicar el martillo de inercia o cualquier otro dispositivo de tracción en los elementos soldados, bien directamente para tirar elemento por elemento, alternativamente o bien tirar de una zona un poco más amplia acoplando un pasador a varias arandelas a la vez.



5 Una vez acoplado el martillo de inercia mantenerlo tirante con una mano y lanzar la masa hacia el exterior con la otra, siempre en la dirección del elemento soldado. La fuerza que se aplicará sobre la chapa estará en función de la fuerza ejercida sobre la masa de inercia.



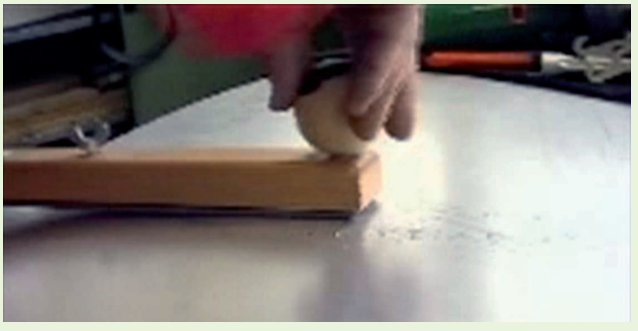
6 Es recomendable realizar esta operación progresivamente actuando sobre cada uno de los elementos soldados, y no intentar extraer el golpe de una vez.



7 Para eliminar tensiones en la chapa, con una mano mantener tirante el martillo de inercia o cualquier otro útil de tracción (*véase* figura) y con la otra golpear sobre las costillas de la chapa.

8 Una vez restablecido el hundimiento de la chapa, quitar los elementos soldados. Estos elementos se desmontan con facilidad realizando una pequeña fuerza de torsión sobre ellos.

Utilizar la lima de carrocero con el fin de verificar el estado de la superficie, y de eliminar los restos de los elementos desoldados. La lima no debe emplearse para alisar la superficie desprendiendo material. También se pueden eliminar los restos de los elementos soldados con una lijadora radial y discos abrasivos de P-40.



© Ediciones Paraninfo

8.16.4. Particularidades en la reparación de paneles de aluminio con equipos multifunción

Como en reparaciones anteriores, para la retracción de chapa de aluminio se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los equipos necesarios para soldar clavos, arandelas o cualquier elemento de tracción sobre el aluminio deben superar las dificultades de soldeo del material. Dichos equipos deben ser capaces de suministrar intensidades muy elevadas. Asimismo, existen equipos específicos que realizan la soldadura de clavos bajo atmósfera controlada por argón, se trata de equipos TIG modificados, los cuales, una vez que establecen el arco eléctrico, proyectan el clavo sobre la superficie quedando este soldado a la pieza.
- Está recomendado el empleo de indicadores termocromáticos.

Normas de seguridad e higiene

Son las mismas que aparecen en el Apartado 8.13.6.

8.16.5. Precauciones para la utilización de esta técnica

Algunas precauciones a tomar en cuenta son:

- Desembornar la batería para no dañar los dispositivos electrónicos del vehículo como consecuencia del campo magnético que se genera y de los picos de tensión.
- Tampoco es recomendable acercarse a la máquina durante su utilización con relojes digitales de cuarzo o con tarjetas magnéticas.
- Antes de soldar los diferentes elementos necesarios para extraer la superficie hundida, es necesario realizar pruebas de soldeo en una chapa de las mismas características, con el fin de seleccionar la intensidad y tiempo de la operación de soldeo correctos, y no someter la chapa a sobrecalentamientos que producirían dilataciones o desgarro del material.
- Utilizar el martillo de inercia para retraer la chapa a su posición original, de una forma progresiva actuando sobre los distintos elementos, y con la precaución de no excederse al aplicar la masa de inercia.
- A la hora de utilizar el martillo de inercia, hacerlo siempre en la dirección del elemento soldado, ya que cuando se sueldan los clavos, arandelas o estrellas, oponen una gran resistencia al desoldado si se trabaja en la misma dirección, pero aplicándole una pequeña fuerza de torsión; estos elementos se desueldan con facilidad.
- Hay que tener mucha precaución a la hora de quitar los elementos soldados para no arrancar material.
- Utilizar el equipo de protección.

Figura 8.96. **Equipo de protección individual.**

8.17. Equipos de retracción de elementos soldados con sistema de palancas

Se trata de un sistema muy efectivo para realizar trabajos en zonas de difícil acceso.

Cada fabricante de estos equipos dispone de una serie de útiles que controlan y limitan el esfuerzo a realizar sobre los elementos soldados. Este sistema es muy efectivo para controlar la evolución de la operación por parte del operario.

El sistema está formado por los siguientes componentes:

- Transformador.
- Panel de control dispuesto en el transformador donde se puede seleccionar la operación de soldadura que se desee llevar a cabo y regular, mediante potenciómetros e interruptores, la intensidad y el tiempo de soldadura.
- Mando de acoplamiento para el soldeo de elementos de tracción y cable de masa.
- Equipos de tracción adaptables a diferentes daños.
- Diferentes tipos de arandelas y pasadores específicos.

Figura 8.97. **Transformador y panel de control.**

© Ediciones Paraninfo

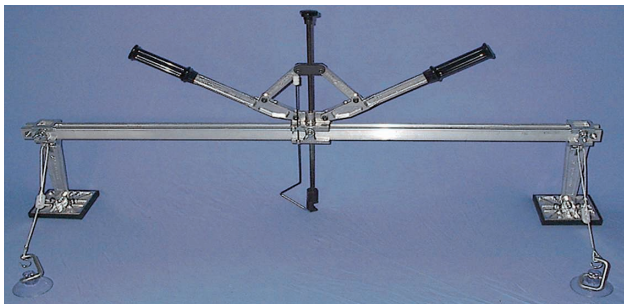


Figura 8.98. Puente con palancas de gran resistencia.

Figura 8.99. Útiles diseñados para controlar el tiro sobre los elementos soldados.

Figura 8.100. Arandelas de tracción.

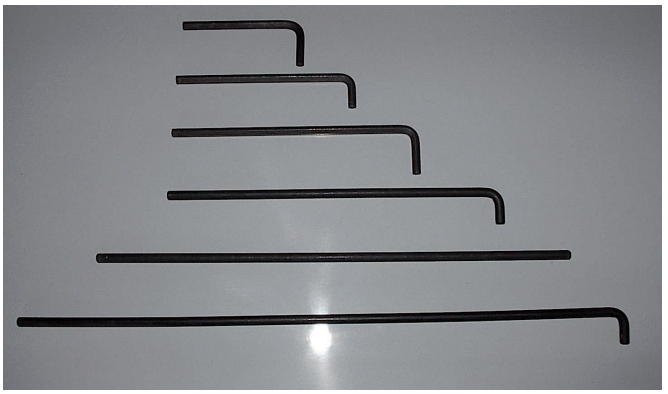


Figura 8.101. Pasadores.

Figura 8.102. Útiles diseñados para controlar el tiro sobre los elementos soldados adaptables a diferentes tipos de superficies.

© Ediciones Paraninfo

Figura 8.103. **Útiles diseñados para controlar el tiro sobre los elementos soldados.**

PROCESO PARA LA RESTAURACIÓN DE UNA SUPERFICIE MEDIANTE SISTEMA DE PALANCAS

1 Analizar el daño para decidir el sistema de reparación y los útiles más apropiados a emplear.

En el ejemplo que se muestra los daños se encuentran en la puerta, pase de rueda y el estribo. La reparación a realizar es similar en los diferentes casos. A continuación se detalla la reparación del estribo.

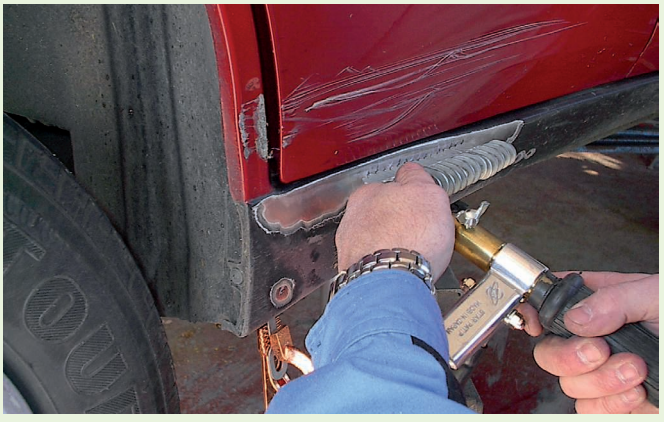
2 En primer lugar, realizar el decapado de la pintura con un disco Clean & Strip.

© Ediciones Paraninfo

3 Analizar la superficie una vez decapada para establecer el enclavamiento de las arandelas.

4 Colocar el electrodo de masa lo más cercano posible a la reparación asegurando un buen contacto con la chapa.

5 Soldar las arandelas que se consideren necesarias. El número de arandelas y la distancia entre ellas están en función del tamaño y del tipo de deformación. Las arandelas se deben soldar a partir del punto más profundo de la deformación. Una vez soldadas las arandelas se puede retirar el cable de masa para trabajar con más comodidad.

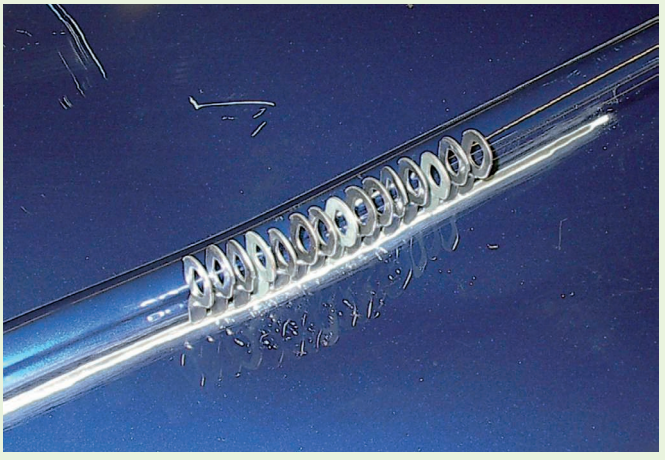


6 Elegir el pasador apropiado y colocarlo a través de las arandelas.

Las barras hexagonales se utilizan cuando hay que ejercer una gran presión.

7 Ejemplo de aplicación:

8 Ejemplo de aplicación:



© Ediciones Paraninfo

9 Ejemplo de aplicación:

10 Fijar el útil de palanca sobre dos superficies alineadas con la deformación.

11 Acoplar la garra del útil al pasador.

Al ir tirando del pasador, primero se actúa sobre la zona más profunda y después sobre toda la zona al mismo tiempo.

12 Se debe sobrepasar ligeramente la alineación correcta, ya que el pequeño estiramiento que se produce desaparece al dejar de tirar de la pieza por efecto de la elasticidad del material.

13 Antes de soltar la pieza, mantener tirante la chapa y golpear suavemente sobre la zona cercana a la deformación con el fin de eliminar tensiones.

Vigilar constantemente la evolución de la reparación.

14 Retirar el equipo y desoldar las arandelas ejerciendo una ligera fuerza de torsión.

Eliminar las marcas producidas por las arandelas con una lija de grano P-150.

© Ediciones Paraninfo

8.17.1. Otros ejemplos de aplicación de elementos soldados por sistema de palancas

En las figuras siguientes se pueden observar distintos ejemplos de aplicación de elementos soldados por sistemas de palancas:

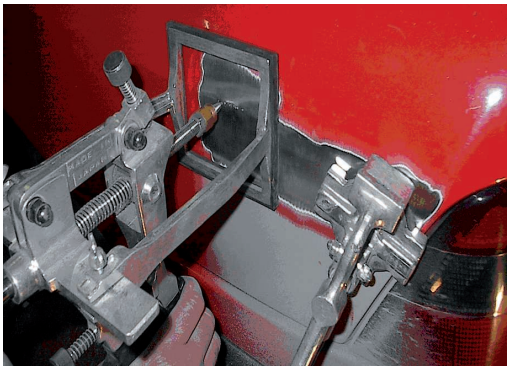


Figura 8.104. Retracción de una abolladura mediante la soldadura de un electrodo y sistema de palancas.

Figura 8.105. Soldadura del electrodo.

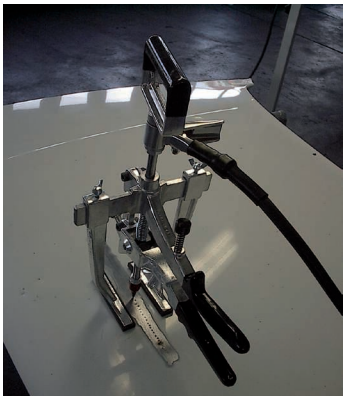


Figura 8.106. Equipo de reparación mediante sistema de palanca y soldadura de un electrodo.

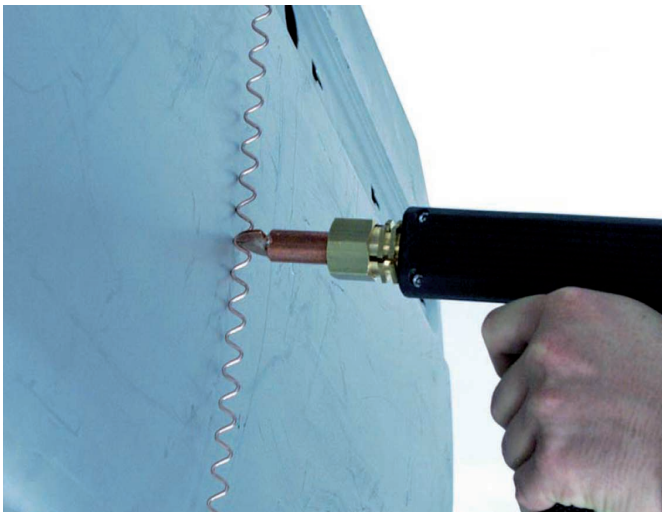
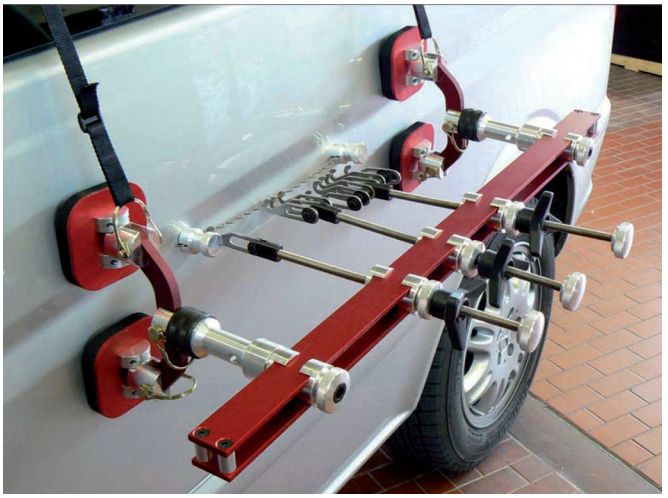


Figura 8.107. Soldadura de un útil específico de tracción.



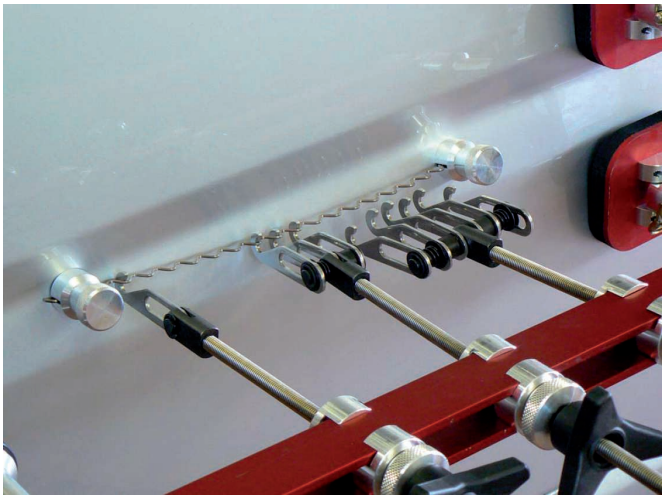


Figura 8.108. Acoplamiento del equipo de palancas sobre el útil de tracción soldado.

© Ediciones Paraninfo

8.17.2. Normas de seguridad e higiene

Mientras se realizan las soldaduras se deben utilizar guantes y gafas para evitar posibles quemaduras.

No se debe utilizar el equipo en zonas donde haya concentrados gases inflamables.

Véase el Apartado 8.13.6.

Las precauciones generales a tener en cuenta para su utilización son las mismas que presentan los equipos de soldadura multifunción.

Utilizar los medios de protección individual.

Figura 8.109. **Equipo de protección individual.**

8.18. Desabollador neumático

El desabollador neumático es una herramienta muy útil para extraer abolladuras leves en zonas de difícil acceso. Básicamente, el proceso de trabajo es similar al del equipo multifunción, aunque en este caso la pistola también realiza la fuerza de tracción, a diferencia de los sistemas presentados anteriormente que para la extracción de la abolladura había que acoplar algún tipo de elemento de tracción. Resulta una herramienta muy eficaz dada la rapidez con la que se pueden extraer abolladuras pequeñas.

Está especialmente diseñado para la reparación de impactos por granizo, pequeñas abolladuras, contracciones de la chapa en piezas de la carrocería de doble cara, arañazos y estrías.

8.18.1. Descripción del equipo desabollador neumático

El equipo de trabajo está dotado de:

- **Transformador de corriente.** Su función es la de transformar la corriente de la red y adaptarla al equipo. En el transformador se puede regular el tiempo y la intensidad de corriente.

Figura 8.110. **Transformador.**

Figura 8.111. **Desabollador neumático.**

- **Pistola.** Dispone de un cable proveniente del transformador y una toma de entrada neumática para la instalación de aire.

  Asimismo, existe un acoplamiento portaelectrodos, para realizar junto con una arandela que lo circunda, la fuerza de tracción necesaria para devolver a la

© Ediciones Paraninfo

chapa a su posición de origen. El deslizamiento del electrodo se puede modificar a través de un anillo de regulación, de tal forma que se pueden realizar diferentes fuerzas de tracción en función de las necesidades de cada reparación.

Figura 8.112. **Pistola *airpuller*.**

- **Útil específico para desabollar zonas amplias.** Consiste en un brazo de palanca dotado de un electrodo que por una parte se acopla a la pistola y por la otra se suelda a la chapa, de tal forma que cuando la pistola suelda el electrodo específico y se levanta el brazo de palanca, se realiza una gran fuerza de tracción sobre la superficie. Tiene la ventaja sobre otros sistemas de que la fuerza de tracción es muy fácil de controlar puesto que en todo momento se puede ver la posición de la superficie afectada y controlar la fuerza aplicada.

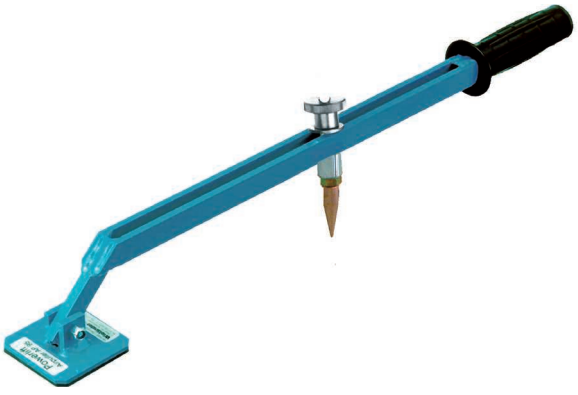
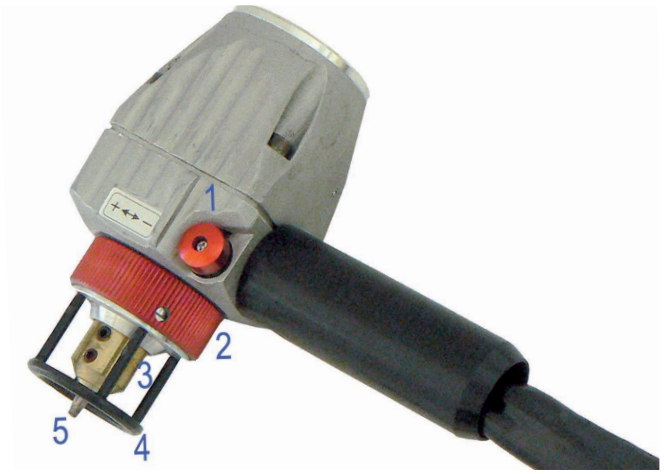


Figura 8.113. **Útil de tracción *airpuller*.**



1. Botón de accionamiento con dos posiciones (soldar, retraer).
2. Anillo regulador de altura del electrodo.
3. Portaelectrodo.
4. Anillo de tracción.
5. Electrodo.

Figura 8.114. **Partes de la pistola *airpuller*.**

8.18.2. Operaciones donde son especialmente útiles estos equipos

Estos útiles son especialmente apropiados en las siguientes operaciones:

- Pequeñas abolladuras (arañazos, leves hundimientos de la carrocería).
- Contracciones de chapa.
- Desabolladuras de grandes superficies sin nervaduras y especialmente pronunciadas.

Figura 8.115. **Desabollado de pequeños daños con pistola *airpuller*.**

© Ediciones Paraninfo

Figura 8.116. **Cuando se suelda el electrodo, el anillo de tracción se desplaza contra la superficie para restaurar la chapa a su posición original.**

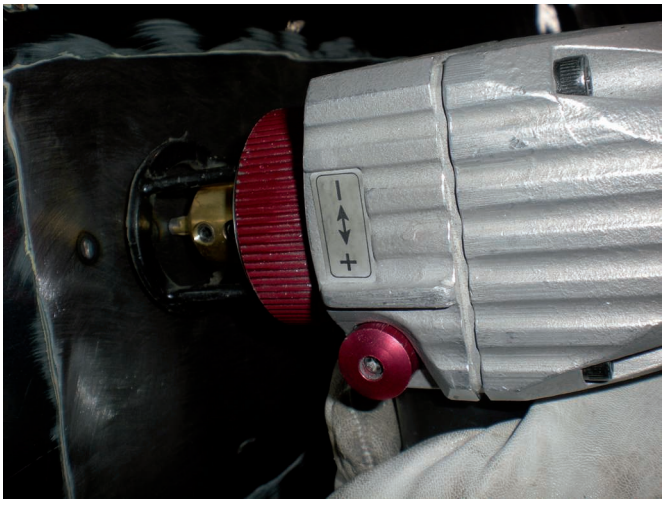


Figura 8.117. **Aplicación del equipo *airpuller.***

Figura 8.118. **Reparación de una puerta con *airpuller.***

8.18.3. Fases de trabajo del desabollador neumático

Cuando se acerca el electrodo a la superficie afectada, y se acciona el botón de la pistola para soldarlo sobre la chapa, se producen las siguientes fases de trabajo:

- Soldado del electrodo.
- Desplazamiento del electrodo hacia el interior de la pistola, por lo que la anilla que lo circunda toca con la superficie afectada, y cuando se pone en contacto con la chapa ejerce una fuerza de tracción capaz de levantar la superficie hundida y devolverla a su posición original.
- Salida de aire a presión para la refrigeración de la superficie soldada.
- Giro del cabezal portaelectrodos para desoldar el electrodo de la superficie.

Todas estas operaciones se realizan en un tiempo inferior a un segundo, por lo que la chapa no sufre un calentamiento apreciable.

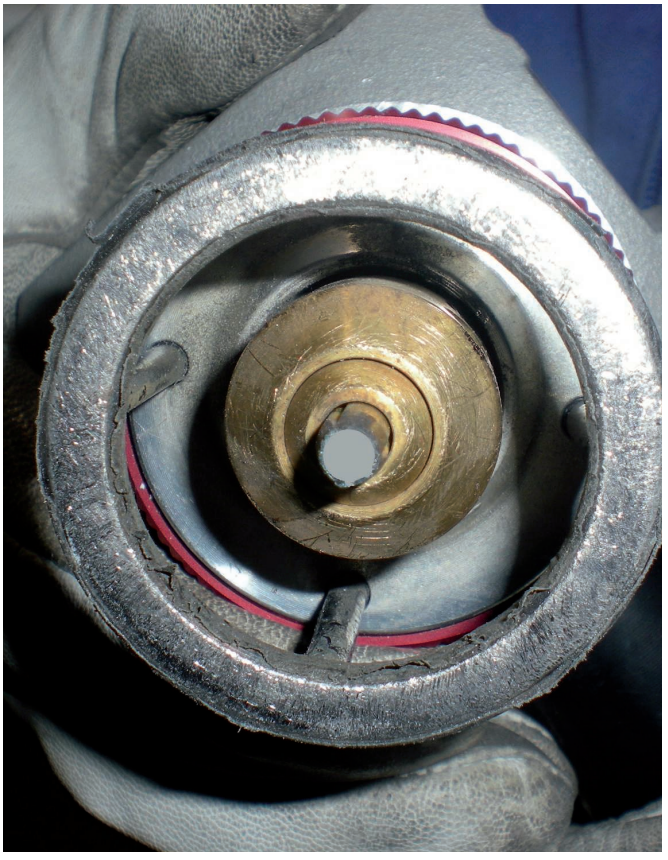


Figura 8.119. **Vista del electrodo y anillo de tracción.**

© Ediciones Paraninfo

PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE UNA ABOLLADURA CON DESABOLLADOR NEUMÁTICO

El proceso de trabajo es muy similar al proceso del equipo multifunción.

1 Preparar la superficie a reparar con una lijadora provista de disco de fibra de nailon.

Colocar el cable de masa lo más cercano posible a la superficie donde se vaya a proceder a soldar.

Una vez preparada la superficie, calibrar el equipo en tiempo e intensidad de soldadura con una chapa del mismo espesor que la que se va a trabajar.

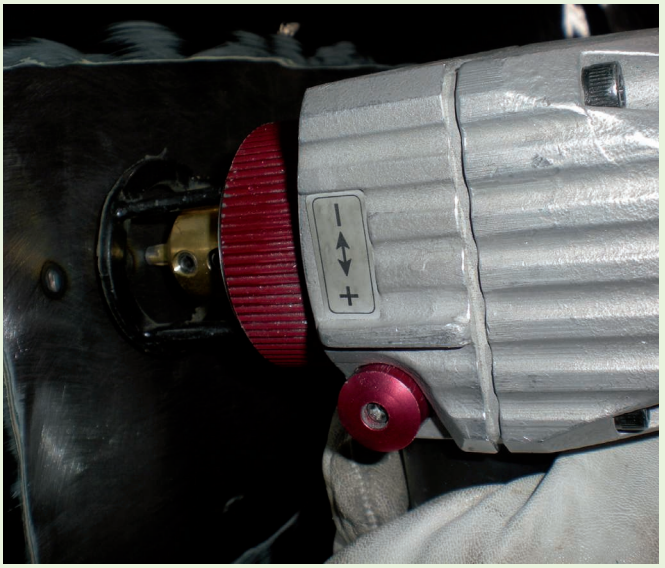
Regular la presión de aire de entrada entre 6 bares y 8 bares.

2 Regular la altura de la anilla para que la fuerza de tracción no sea excesiva. Es preferible comenzar con una fuerza inferior a la necesaria y posteriormente ir aumentándola para evitar desgarros de material o para no excederse en la retracción de la superficie. Para regular la altura del electrodo, apretar a fondo el botón de accionamiento y medir la distancia que hay entre el electrodo y el anillo circundante (cuanta más separación haya, más fuerza de tracción se ejercerá).

3 A continuación aplicar la pistola a lo largo de toda la abolladura, empezando por la zona que se encuentre menos afectada y avanzar hacia la más afectada. Soldar el electrodo cuantas veces sea necesario sin tener que guardar una distancia determinada entre soldadura y soldadura, y calibrar la fuerza de tracción en función de los resultados obtenidos.

Cuando el electrodo esté contaminado es necesario pasar una lima por la punta para facilitar el soldado con la chapa.

Es recomendable proceder a la reparación de una forma progresiva puesto que de lo contrario se producirán tensiones en otras zonas de la superficie.

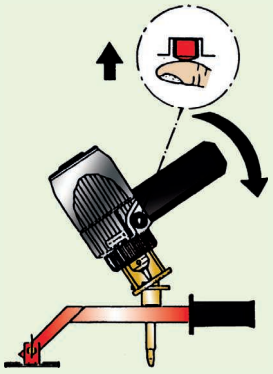


En el caso de tener una superficie amplia a reparar, se podrá utilizar la herramienta específica para este fin, soldando el electrodo del acoplador sobre la superficie, y aplicando la fuerza de tracción con la palanca hasta que la abolladura haya desaparecido. A la vez que se ejerce la fuerza de tracción, golpear las costillas de la superficie afectada con un martillo de chapista para quitar las tensiones de la chapa.

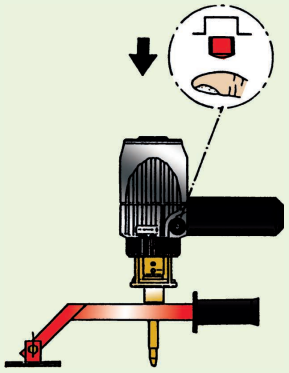
© Ediciones Paraninfo

4 Cuando se estime que la superficie ha regresado a su posición original, aplicar la lima de carrocero con el fin de quitar todos los restos de soldadura, además de verificar el estado de la superficie.

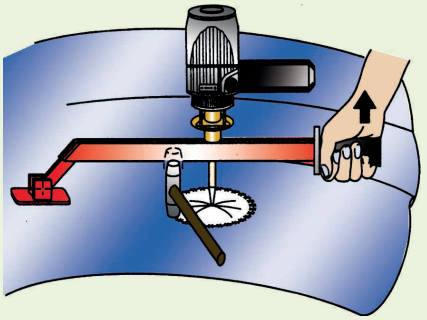
5 Acoplamiento de la pistola sobre el útil específico. Presionar el botón para el desplazamiento del electrodo.



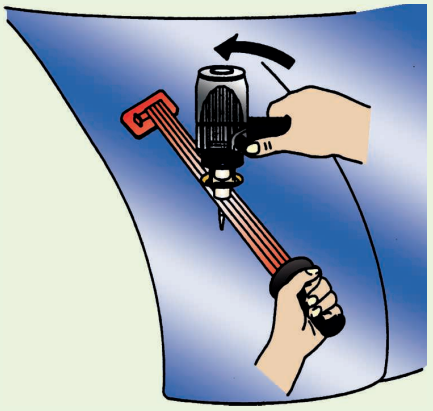
6 Una vez acoplada la pistola, está dispuesta para soldar.



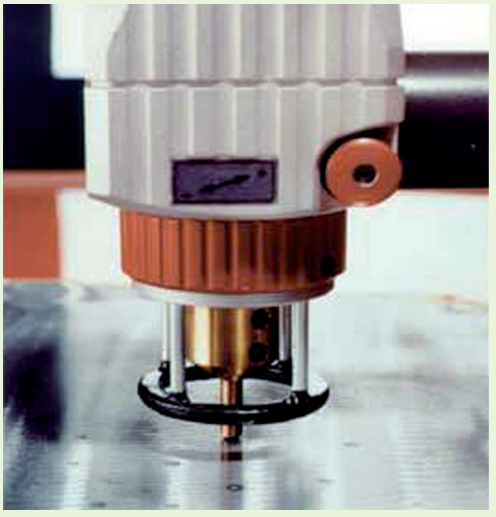
7 Cuando el electrodo está soldado, tirar de la palanca y al mismo tiempo golpear con el martillo de chapista para liberar tensiones en la chapa.



8 Cuando se ha realizado el desabollado, girar levemente la pistola para proceder al desoldado del electrodo.



9 En el caso de que se haya extraído alguna zona más de la cuenta, aplicar calor con el electrodo de cobre para volver la superficie a la posición original. Para ello, regular previamente los parámetros a través de los potenciómetros localizados en el panel de control.



© Ediciones Paraninfo

8.18.4. Precauciones a tener en cuenta a la hora de trabajar con estos equipos

Algunas precauciones importantes a tener en cuenta al utilizar estos equipos son:

- Al igual que en el caso de la soldadura multifunción, es necesario desembornar la batería para no dañar los elementos electrónicos de que dispone el vehículo.
- Comprobar que el electrodo no se encuentre ni desgastado ni contaminado con restos de soldadura (cambiarlo o limarlo dependiendo de su estado).
- Asegurar que la presión del circuito neumático oscila entre 6 bares y 8 bares.
- Realizar una prueba de intensidad y tiempo de soldadura en una chapa de las mismas características que la que haya que reparar.
- Realizar el ajuste de la fuerza de tracción de menor a mayor para no excederse en la fuerza aplicada y que no se produzcan excesivos levantamientos de la chapa ni posibles desgarramientos en esta.
- En el caso de tener que aplicar calor con el electrodo de cobre, tener la precaución de no excederse al aplicar presión para evitar el hundimiento de la chapa.
- Las normas de seguridad e higiene son las mismas que aparecen en el Apartado 3.13.6.

Figura 8.120. **Equipo de protección individual.**

8.19. Técnicas de desabollado sin deterioro de pintura

Cuando no existe deterioro en la pintura y el daño ocasionado no resulta de excesiva relevancia, se pueden aplicar una serie de técnicas para la reparación que evitan el deterioro de la pintura con todo lo que supone de ahorro en tiempo y materiales. Entre las técnicas y los equipos de reparación sin deterioro de pintura más utilizados se pueden destacar los siguientes:

- Reparación a través de ventosas convencionales y neumáticas.
- Reparación a través de ventosas adhesivas.
- Reparación a través de varillas y barras de desabollar.
- Reparación con equipo *ding puller:*
  - Reparación mediante arandelas adhesivas y palancas.
  - Reparación mediante equipos de inducción.
  - Reparación mediante la aplicación de calor y frío.

8.20. Ventosas convencionales y neumáticas

Estas herramientas están diseñadas para la extracción de abolladuras sobre superficies amplias sin nervaduras, o con nervaduras poco pronunciadas.

En función del tipo de abolladura producida, se puede utilizar como un sistema exclusivo para volver la superficie a su posición original, o bien como sistema complementario de otros procesos de desabollado.

Las ventosas convencionales y las neumáticas están diseñadas para la misma función; la diferencia se presenta principalmente en que la ventosa neumática dispone de un martillo de inercia para ejercer la fuerza de tracción, y en la ventosa manual la fuerza de tracción la realiza el operario con la mano.

Descripción de las ventosas convencionales

Esta ventosa se adhiere a la superficie simplemente deformándola (asentándola) sobre la chapa. El agarre se produce por la depresión que genera la elasticidad de su goma al tender a recuperar su posición más cóncava, al tiempo que la hermeticidad del material impide que el aire entre al interior de la concavidad.

© Ediciones Paraninfo

La superficie de contacto de este tipo de ventosas suele ser de goma, y su diámetro oscila entre 10 cm y 25 cm.

Figura 8.121. **Ventosa manual.**

Dispone de un asa unida a su parte central para realizar la fuerza de tracción sobre la chapa hundida y extraer la abolladura. Además, en algunos casos dispone de un sistema que aumenta o disminuye la cámara de vacío de la ventosa.

8.20.1. Descripción de las ventosas neumáticas con sistema de inercia

Aunque el mecanismo de este tipo de ventosa sea diferente, su utilización es similar, y resulta en algunos casos más útil, puesto que se puede aplicar sobre la chapa una gran fuerza de tracción sin tener que realizar demasiado esfuerzo por parte del operario, además de adherirse a la superficie con más fuerza y facilidad que la anterior.

La superficie de contacto está comunicada con un eje hueco donde se crea vacío para que se produzca la adhesión de la ventosa a la chapa; este eje, a su vez, está comunicado con el mango de la herramienta donde se encuentra la entrada de aire a presión, el regulador de paso de aire, y los orificios de salida de aire.

Cuando se conecta a la red de aire comprimido y se abre el regulador, se produce un paso de aire a presión por el venturi del eje de la herramienta; al encontrarse en comunicación con la ventosa provoca una aspiración de aire, lo que facilita que esta se agarre con gran fuerza sobre toda su superficie. La presión de utilización debe estar comprendida entre 6 bares y 8 bares. Alrededor del eje se encuentra una masa de inercia deslizante cuya función es la de ejercer la fuerza de tracción sobre la superficie cuando es lanzada hacia el exterior y choca con un tope situado en el otro extremo.

Figura 8.122. **Ventosa neumática.**

PROCESO DE EXTRACCIÓN DE UNA ABOLLADURA CON VENTOSAS

En ambos tipos de ventosa el proceso de trabajo es similar, la diferencia se produce en la forma de realizar la fuerza de tracción. Con la ventosa convencional, la fuerza la realiza el operario tirando directamente del asa o anilla de la ventosa y con la neumática el operario sujeta el extremo con una mano y con la otra lanza la masa de inercia contra el otro extremo del eje.

El proceso completo para desabollar una superficie con las ventosas se resume en los siguientes pasos:

- Analizar el daño, su tamaño, forma y la posible existencia de nervios, para ver si interesa la reparación de la abolladura con este sistema o con otro.
- Limpiar bien la superficie afectada y la parte de apoyo de la ventosa, asegurar que el regulador de caudal está cerrado, y conectar la herramienta a la instalación de aire comprimido.

Figura 8.123. **Acoplar la ventosa neumática sobre la superficie y lanzar la masa de inercia para extraer la abolladura.**

© Ediciones Paraninfo

- Acoplar la ventosa en una zona que asiente perfectamente toda su superficie, y esté lo más centrada posible a la parte más hundida.
- Con la ventosa convencional, tirar de la anilla hasta que la chapa retorne a su posición original.
- Con la neumática, abrir el regulador de aire, para conseguir (al crearse un vacío en la ventosa) que esta se quede perfectamente pegada sobre la superficie.
- Una vez adherida la ventosa, lanzar la masa de inercia hacia el exterior para volver la chapa a su posición original.

Para evitar el sobreestirado de la chapa es conveniente comenzar con pequeños golpes e ir aumentando su intensidad según lo requiera el desperfecto y reducir la fuerza a medida que se va consiguiendo el nivelado de la superficie.

Cuando la chapa ha llegado a su posición original, mantener una fuerza de tracción sobre el útil, al mismo tiempo que se golpea con un mazo de plástico o goma las costillas de la chapa para eliminar tensiones en ella.

Figura 8.124. **Tirar de la ventosa a la vez que se golpean, con un mazo de goma, las costillas de la superficie dañada para liberar tensiones en la chapa.**

8.21. Ventosas adhesivas

Este sistema está diseñado para extraer zonas hundidas de baja o media intensidad, en las que la pintura no se haya resquebrajado o desprendido. Resulta muy rápido, cómodo y efectivo, ya que evita el desmontaje y montaje de accesorios, además del decapado y posteriores operaciones de igualado y pintado.

El equipo se compone de:

- Una serie de ventosas que se pegan a la chapa cuando se aplica un adhesivo específico. Las ventosas tienen diferentes formas (redondas u ovaladas), para adaptarse mejor a cada tipo de abolladura. Algunos fabricantes las suministran con distintos colores (amarilla, violeta y azul) para indicar su elasticidad, forma o resistencia. De esta manera, hay ventosas que se adaptan mejor a los contornos angulosos y otras permiten mayor poder de tracción.
- Un adhesivo termoendurecible específico para este trabajo.
- Una pistola para calentar y fundir la barra del adhesivo, además de facilitar la dosificación y aplicación de este.
- Un soporte adaptador para sujetar y fijar las ventosas.
- Un martillo de inercia o un brazo de tracción que posibilite el acoplamiento al cuello de la ventosa para que realice la fuerza de tracción.
- Una espátula que elimine el adhesivo sobrante.
- El límite de tracción está regulado por una zona fusible situada en su cuello, cuando se realiza un tiro excesivo este se parte antes de que la pintura se desprenda de la chapa.
- Un producto para despegar la ventosa de la superficie.

Figura 8.125. **Útiles del equipo de ventosas adhesivas con martillo de inercia como sistema de tracción.**

© Ediciones Paraninfo

Figura 8.126. Equipo de ventosas adhesivas con sistema de tracción por soporte regulable.

Figura 8.127. Equipo de ventosas adhesivas con sistema de tracción por palancas.

Si al realizar la tracción, la ventosa se desprende fácilmente y el adhesivo queda adherido a ella, puede ser síntoma de que la zona a desabollar tiene restos de grasa o cera en la pintura. Por el contrario, si el adhesivo se ha quedado adherido a la carrocería, puede ser síntoma de que la ventosa está sucia y con falta de adherencia.

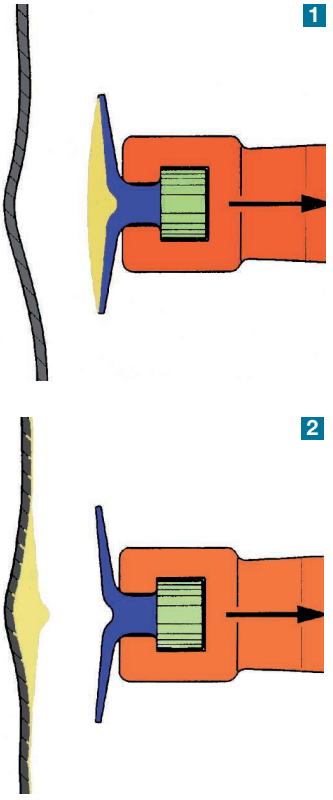


Figura 8.128. Defectos de adhesión debidos a la falta de limpieza: 1. suciedad en panel; 2. suciedad en ventosa.

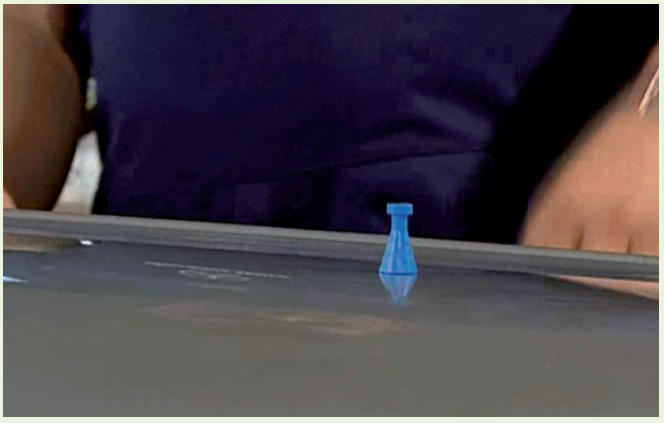
PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE UNA ABOLLADURA POR SISTEMA DE VENTOSAS ADHESIVAS

1 Limpiar la zona abollada con un limpiador a base de acetona, evitando frotar de forma prolongada para no deteriorar la pintura o el barniz de la carrocería.

2 Analizar el daño.

© Ediciones Paraninfo

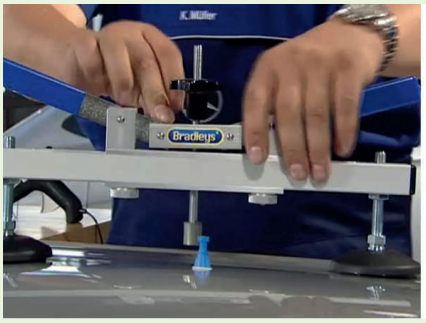
3 Elegir la ventosa apropiada en función de las dimensiones o de la posición del golpe.

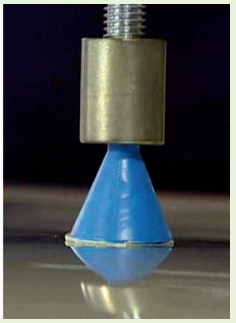


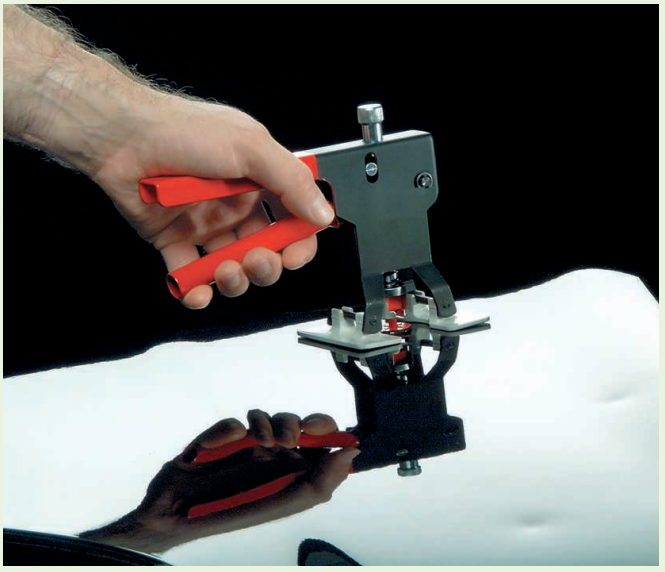
4 Limpiar la ventosa y aplicar el adhesivo en la zona de contacto.

5 Colocar la ventosa en la zona de mayor deformación, ejerciendo una ligera presión. El adhesivo debe salir ligeramente por los bordes de la ventosa.

6 Colocar el mecanismo de tracción que se vaya a utilizar sobre la ventosa.







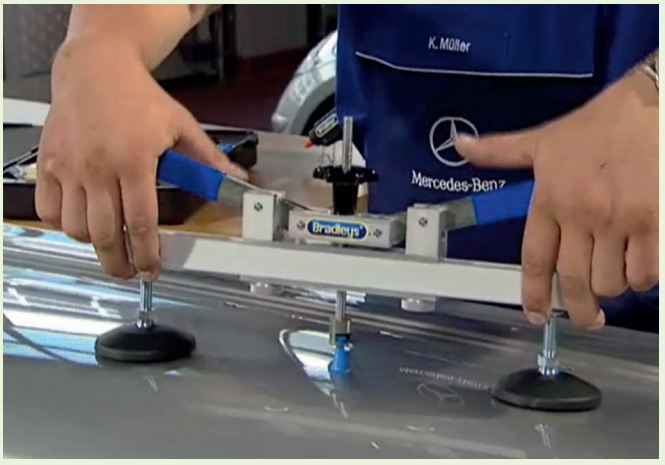
© Ediciones Paraninfo

7 En el caso de que el mecanismo de tracción sea un martillo de inercia, realizar diferentes tiros de forma que el martillo se encuentre en todo momento perpendicular a la ventosa.

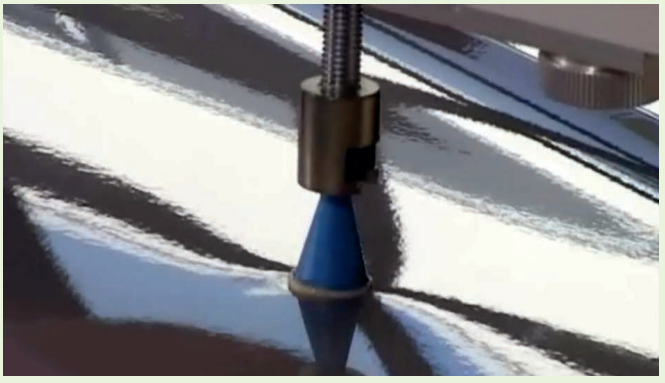
8 Mientras se realiza la fuerza de tracción, a veces es conveniente golpear con un mazo de plástico los bordes de la abolladura.

9 Cuando se aplique un sistema de palancas por brazos de tracción, ajustar la altura del útil para ejercer la fuerza con comodidad.

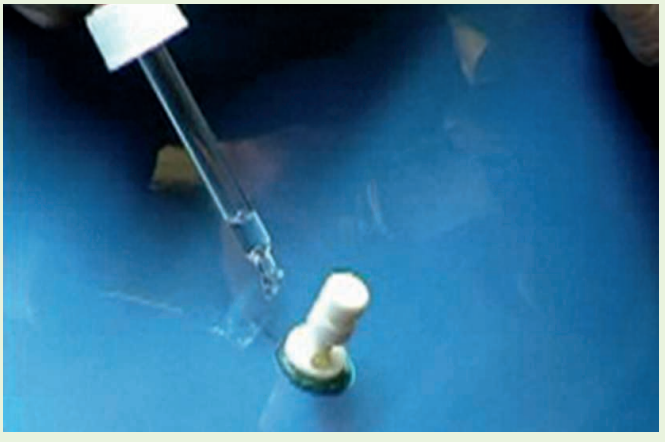
10 Ejercer una ligera presión sobre los brazos tractores e ir observando el estado de la deformación.



11 Si fuese necesario se pueden situar varias ventosas e ir tirando alternativamente de cada una de ellas.



12 Una vez restaurada la zona, retirar el elemento de tracción y despegar la ventosa; para ello, en función del tipo de equipo, es necesario aplicar un producto que elimine la adherencia del adhesivo, y en otras es necesario aplicar aire caliente sobre el adhesivo.



© Ediciones Paraninfo

13 Retirar el adhesivo con la mano o con una espátula de plástico flexible y limpiar la superficie afectada con productos que no dañen la pintura ni el barniz.

8.22. Equipo de varillas y barras de desabollar sin deterioro de la pintura

Está diseñado especialmente para eliminar pequeñas abolladuras en las que no se ha desprendido ni resquebrajado la pintura, como las producidas por objetos angulosos o incluso para los golpes provocados por impactos de granizadas fuertes.

El equipo se compone de una serie de palancas, barras y una gran variedad de accesorios, entre los que destacan los soportes de las palancas.

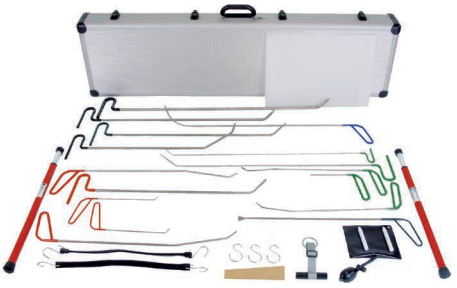


Figura 8.129. Equipo básico de barras y palancas.

Las palancas se catalogan en cinco grupos identificados por colores; cada color identifica un tipo de punta que se aplica a determinados trabajos.

Tabla 8.3. Los colores de las varillas están en función del tipo de puntas

Código de color	Tipo de punta
Negro	Punta de cuchillo
Naranja	Punta triple
Amarillo	Paleta
Azul	Punta de taller
Rojo	Punta de bola

La utilización de las varillas permite el acceso prácticamente a todas las zonas exteriores de la carrocería con desmontajes de menor envergadura y, en algunos casos, incluso sin llegar a realizarlos.

Además de un juego de varillas es necesaria la utilización de una pantalla luminosa específica de comprobación que sirva su reflejo de guía para analizar la deformación.

La pantalla luminosa debe instalarse de forma que el reflejo de la luz facilite la localización de la deformación y ayude a conformarla.

© Ediciones Paraninfo

8.22.1. Consideraciones previas a la reparación

Previo a la reparación, es conveniente limpiar perfectamente la zona para evitar falsos reflejos que pudieran confundir en la restauración de la superficie. La pantalla luminosa debe situarse porque el reflejo de la luz facilita la visualización de la deformación. A continuación se indican los diferentes reflejos que habrá en función del estado de la superficie.

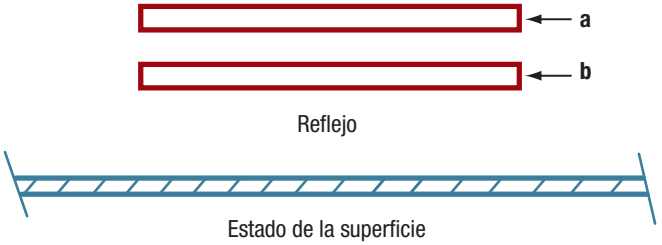


Figura 8.130. El reflejo de la pantalla sobre una superficie no deformada siempre será paralelo.

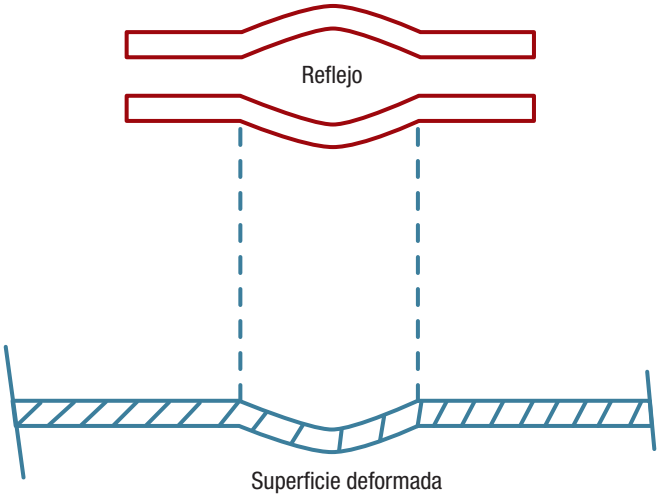


Figura 8.131. Una superficie deformada hacia el interior del vehículo proyectará un reflejo de dos líneas que aumenta su divergencia en el punto más bajo de la deformación.

Figura 8.132. El reflejo indica una superficie deformada hacia el interior del vehículo.

Figura 8.133. El reflejo indica una superficie no deformada.

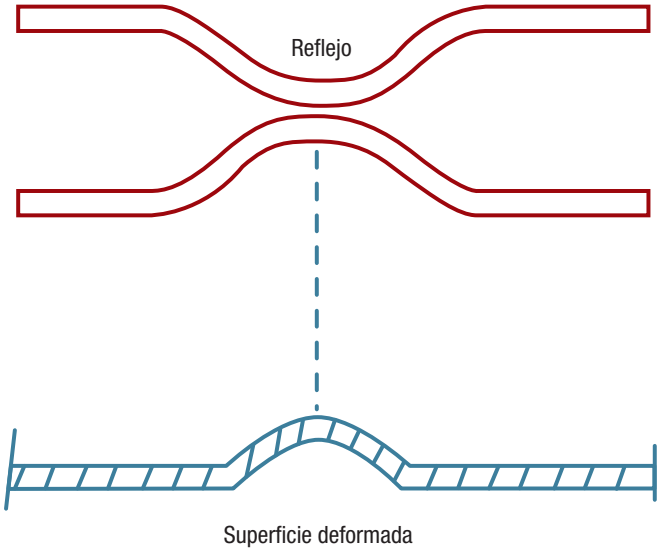


Figura 8.134. Una superficie deformada hacia el exterior del vehículo proyectará un reflejo de dos líneas que convergen en el punto más alto de la deformación.

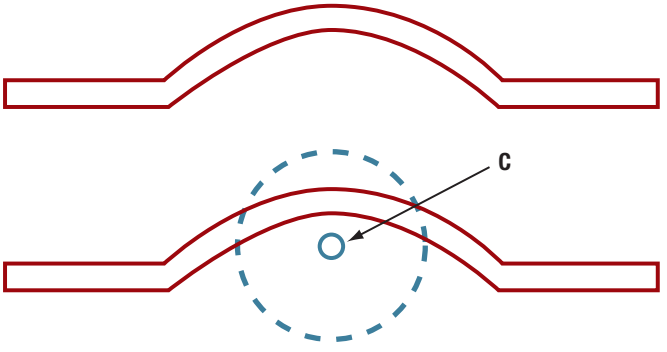


Figura 8.135. Si el reflejo aparece como se indica en la figura, la lámpara se encuentra desplazada con respecto a la deformación. El centro (C) queda fuera de los reflejos.

© Ediciones Paraninfo

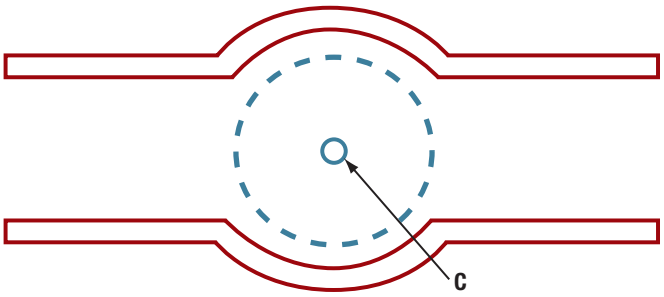


Figura 8.136. Si, por el contrario, el reflejo se abre del centro (C), indica que la situación de la lámpara es la correcta. La deformación se encuentra hacia el interior del vehículo.

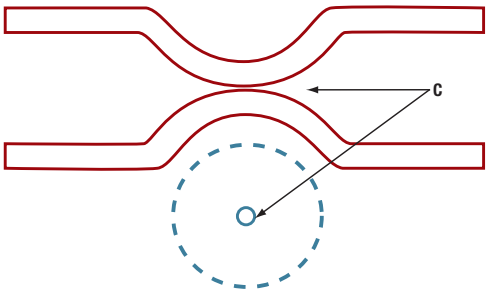
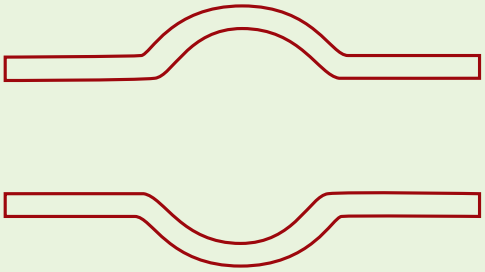


Figura 8.137. Cuando se ejerce presión (C) fuera de la zona deformada, los reflejos se desplazan hacia el exterior de la deformación. En ese caso modificar la posición de la varilla.

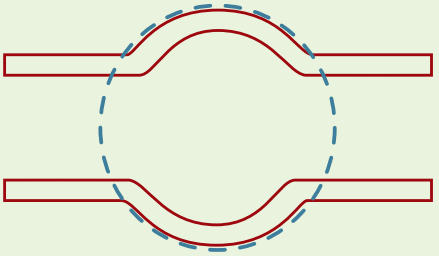
PROCESO PARA LA RESTAURACIÓN DE DEFORMACIONES HACIA EL INTERIOR DEL VEHÍCULO POR SISTEMA DE VARILLAS

1. Analizar el daño para valorar el método de reparación teniendo en cuenta el estado de la pintura, la profundidad del daño, el acceso y la extensión.
2. Limpiar muy bien la superficie afectada, incluso si fuese necesario pulirla para controlar mejor la evolución de la reparación.

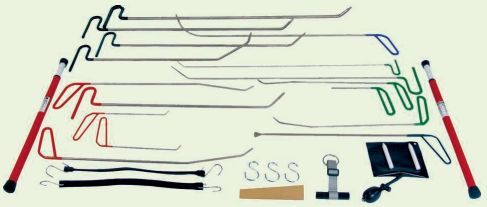
3. Colocar correctamente la pantalla de comprobación y comprobar la alineación del reflejo de la pantalla sobre el defecto.

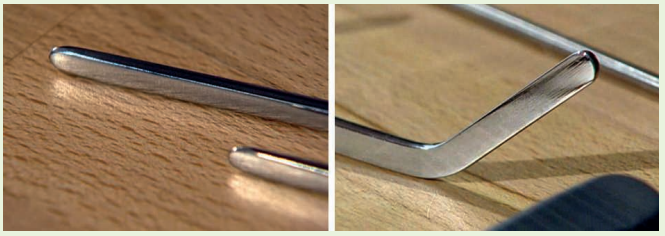


4. Marcar la deformación con una tiza o un rotulador.



5. Elegir la herramienta apropiada.

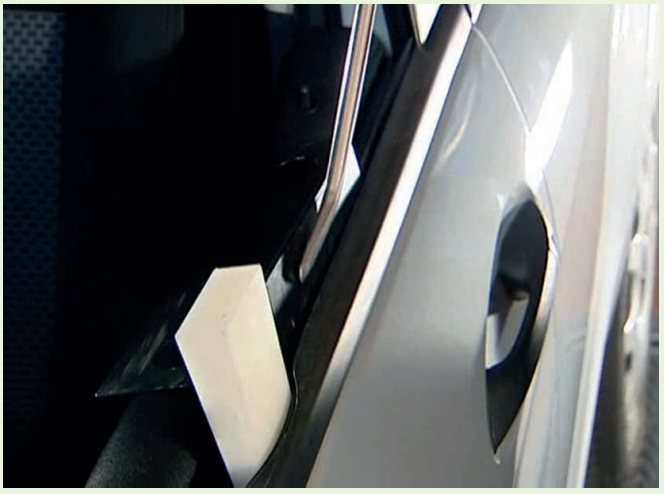




© Ediciones Paraninfo

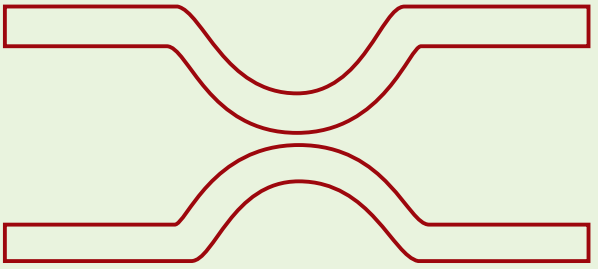
6 Colocar el soporte de la palanca cuando sea necesario de tal forma que esta trabaje prácticamente paralela a la superficie dañada.

7 En algunas ocasiones no es necesario colocar soporte para utilizar la varilla.



8 Presionar ligeramente con la varilla sobre la deformación.

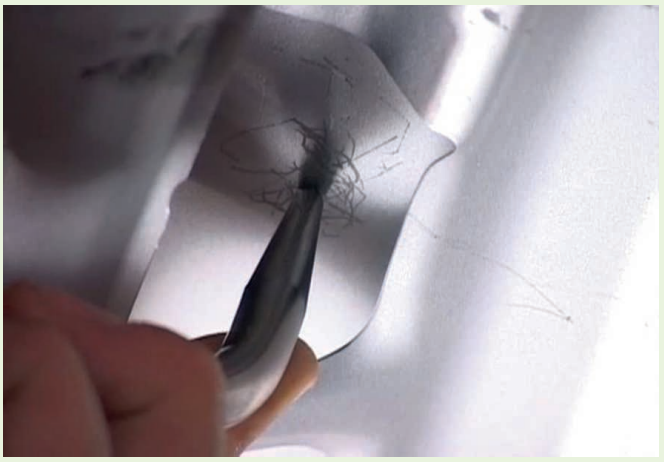
9 Utilizar el reflejo sobre la pintura e ir valorando la naturaleza de las deformaciones durante el trabajo. No olvidar que cuando se realizan esfuerzos con la varilla se puede observar cómo los reflejos de la luz cambian de forma.



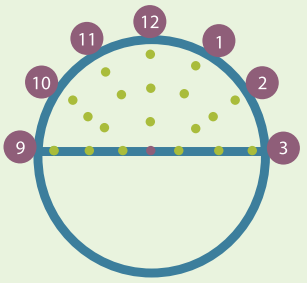
10 Reflejos de dos superficies deformadas.

© Ediciones Paraninfo

11 Es recomendable presionar sucesivamente con la varilla sobre la deformación siguiendo el orden que indica el método del reloj.



12 Presionar con la varilla con suavidad y sin prisa hasta terminar en el punto medio rojo. No sobrepasar nunca la línea que une el 3 con el 9.



1º	12 horas	5º	10 horas
2º	11 horas	6º	9 horas
3º	1 hora	7º	3 horas
4º	2 horas		

8.22.2. Precauciones a tener en cuenta en la reparación con varillas

En la reparación de varillas es muy importante tener en cuenta las siguientes medidas:

- Colocar los elementos de protección adecuados.
- Prestar atención especial para no interferir en el funcionamiento de los componentes de seguridad.
- Concentrarse bien en la reparación.
- Vigilar constantemente la evolución de la reparación. Esto se puede controlar mediante el reflejo de la lámpara.
- Después del trabajo, asegurar el correcto sellado de huecos.
- Otra posibilidad de desabollado en zonas de difícil acceso es el empleo de útiles especiales en forma de horquilla o palanca.

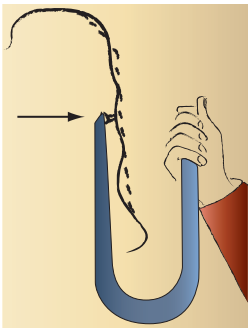


Figura 8.138. **Desabollado con horquilla.**

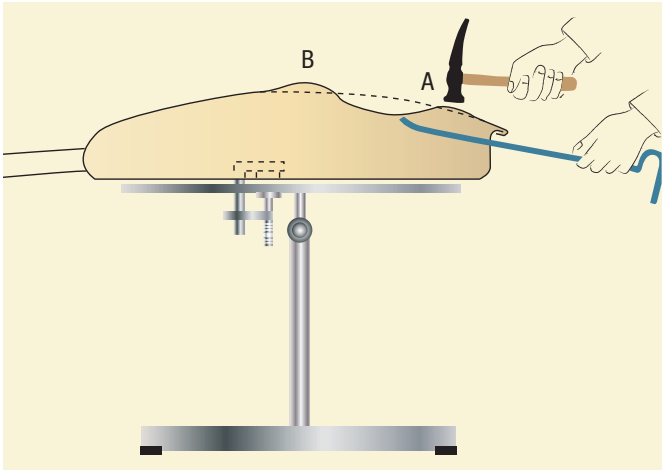


Figura 8.139. **Desabollado con palanca.**

8.23. Equipo *ding puller*

El equipo *ding puller* representa otro sistema más para extraer abolladuras leves sin que se produzca daño en la pintura. Con el equipo *ding puller* se puede regular de una forma muy sencilla la fuerza de tracción para restablecer la superficie a su posición original. El funcionamiento de la pistola de tracción es muy parecido a la del sistema *airpuller*, aunque en este caso los elementos de tracción están pegados a la superficie y sobre ellos se ejerce la fuerza de tracción. Recordemos que el sistema *airpuller* suelda el electrodo sobre la superficie para posteriormente ejercer la fuerza de tracción.

© Ediciones Paraninfo

PROCESO DE EXTRACCIÓN DE UN DAÑO LEVE CON EQUIPO *DING PULLER*

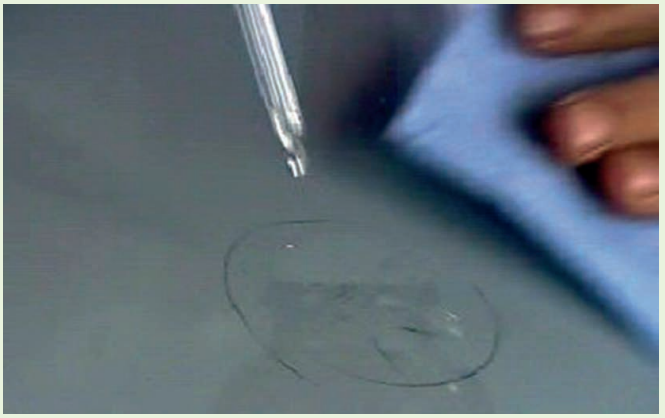
1 El equipo *ding puller* está provisto de una pistola de tracción, una pistola de fundición del adhesivo, adhesivo, elementos de tracción, productos para neutralizar el adhesivo, y diferentes productos y útiles para la reparación.

2 Pistola de tracción *ding puller*.

3 Diferentes tipos de elementos de tracción.

4 En primer lugar es conveniente marcar la posición del daño.

5 Limpiar la superficie con un promotor de adherencia específico.



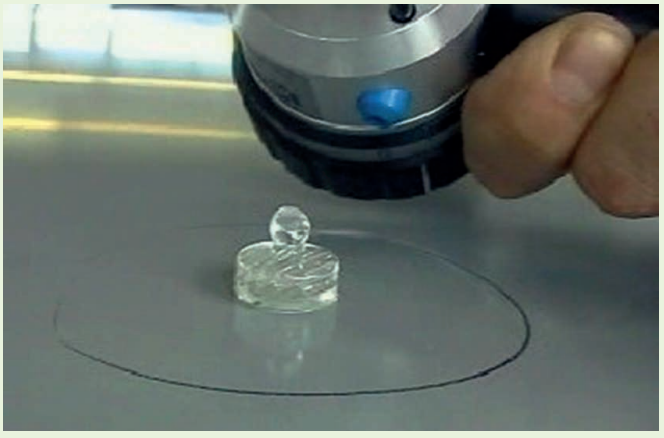
6 Limpiar la superficie del útil de tracción con el mismo promotor de adherencia.

© Ediciones Paraninfo

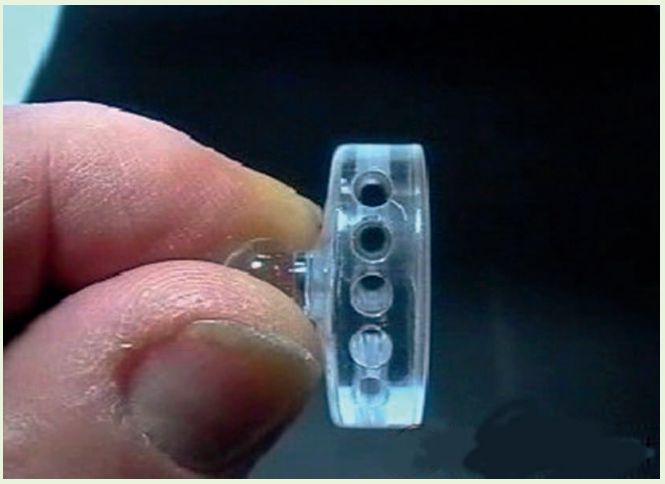
7 Aplicar el adhesivo sobre el útil de tracción.

8 Posicionarlo sobre la superficie dañada.

9 Con la pistola de tracción aplicar aire al útil para acelerar el enfriamiento y consecuentemente el endurecimiento del adhesivo.



10 Los útiles de tracción disponen de unos orificios de circulación de aire para acelerar el enfriamiento del adhesivo.



11 Posicionar la pistola de tracción sobre el útil.

12 Regular la altura del anillo de tracción para ejercer la presión sobre el útil. Es conveniente empezar ejerciendo poca fuerza de tracción e ir aumentando en la medida de las necesidades.

© Ediciones Paraninfo

13 Presionar el botón de accionamiento para ejercer la fuerza de tracción.

14 Seguir regulando la pistola en función de la necesidad.

15 Tiro de la pistola de tracción sobre el útil.

16 Restaurada la superficie, aplicar el producto para facilitar el despegue del útil de tracción.

17 Extraer el útil.

18 Aplicar más producto sobre el adhesivo.

19 Con una espátula de plástico desprender el adhesivo de la superficie.

20 Aplicar el producto de limpieza y pasar una bayeta sobre la superficie para limpiar los restos definitivamente.

© Ediciones Paraninfo

8.24. Reparación mediante arandelas adhesivas y palancas

Se trata de un sistema similar al sistema de ventosas adhesivas que permite restablecer las superficies abolladas sin deteriorar la pintura.

Con este sistema se puede ejercer una gran fuerza de tracción al utilizar adhesivos que se adhieren fuertemente a la superficie de contacto.

El sistema dispone de almohadillas de diferentes tamaños y grados de dureza.

Es adecuado para utilizarlo sobre superficies de aluminio o chapa.

Los elementos de tracción son los mismos que se utilizan en la reparación con elementos soldados y sistema de palancas

El equipo está compuesto por los siguientes elementos:

- Almohadillas de dureza media y alta para adherirlas a la superficie de contacto. Dichas almohadillas están dotadas de arandelas de tracción.
- Adhesivo específico para aplicar sobre la almohadilla.
- Pistola para la aplicación y dosificación del adhesivo.
- Limpiador específico del adhesivo.
- Cuña de plástico para limpiar los restos de adhesivo.

Figura 5.140. **Equipo de reparación de arandelas adhesivas.**

Figura 5.141. **Útil de tracción de arandelas.**

Figura 5.142. **Almohadillas dotadas de arandelas de tracción de distinta dureza.**

© Ediciones Paraninfo

PROCESO DE REPARACIÓN PARA LA EXTRACCIÓN DE UNA ABOLLADURA MEDIANTE ARANDELAS ADHESIVAS Y PALANCAS

1 Para tener una buena adherencia en la zona dañada, limpiar la superficie donde se van a pegar las almohadillas con un paño suave y el producto específico.

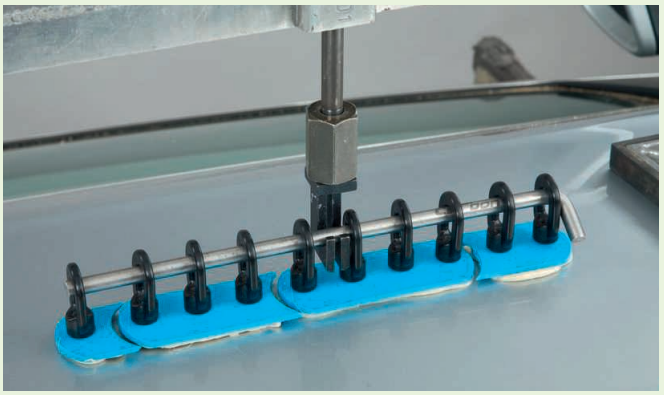
2 Con el mismo producto limpiar las almohadillas.

3 Aplicar el adhesivo con la pistola específica sobre la almohadilla.

4 Una vez frío el adhesivo, pegar las almohadillas sobre la superficie que se pretenda actuar.

5 Posicionar el útil de tracción sobre las arandelas y tirar para restablecer la superficie a su posición original.

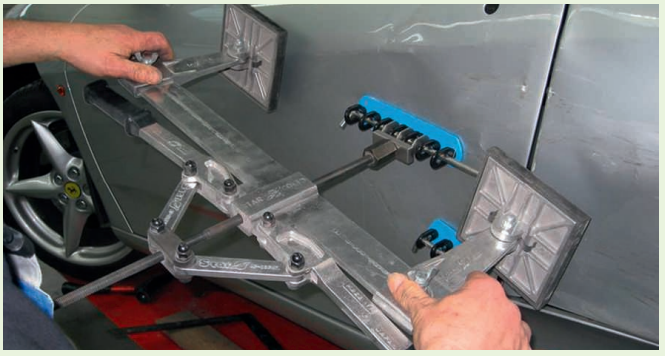
© Ediciones Paraninfo

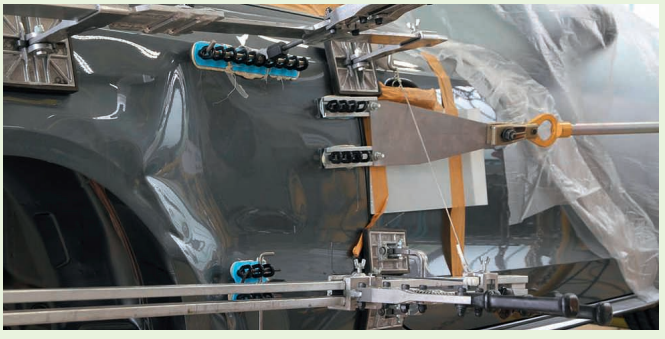


6 Aplicar el limpiador del adhesivo y con la cuña de plástico retirar las almohadillas.

7 Retirar el adhesivo de la almohadilla para su posterior reutilización.

8 Ejemplos de aplicaciones:





© Ediciones Paraninfo

8.25. Reparación mediante equipos de inducción

Los equipos de inducción proporcionan una solución rápida y eficaz en la reparación de pequeñas abolladuras sin que por ello se produzca un deterioro de la pintura, al producir un calentamiento localizado, rápido y sin llama, de la zona que se pretende restablecer. Como se mencionó en el apartado 8.13.2, es una de las aplicaciones que proporciona el mencionado equipo.

Componentes del sistema

Los equipos de calentamiento por inducción están dotados de los siguientes elementos:

- Generador de potencia regulable.
- Bobinas inductoras de diferentes diámetros.
- Bloques de bobinas inductoras de diferente potencia dotadas de interruptores.
- Interruptor de pie.

Figura 8.143. **Equipo de inducción.**

PROCESO DE EXTRACCIÓN DE UN DAÑO LEVE CON EQUIPO DE INDUCCIÓN

El equipo está dotado de varios tipos de bloques inductores con diferentes potencias. Además, los bloques disponen de un interruptor para que se produzca el paso de corriente y por tanto producir el aumento de temperatura en la zona de aplicación.

El equipo dispone de un reóstato para graduar la potencia de aplicación.

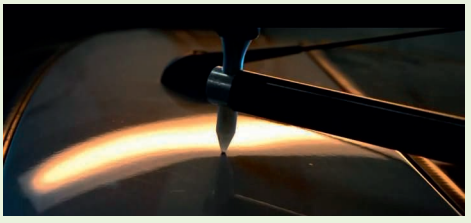
1 Limpiar la zona de trabajo y localizar la posición y extensión del daño.

2 Elegir el bloque inductor más apropiado teniendo en cuenta el tamaño y la profundidad del daño.

3 Posicionar el bloque inductor sobre el daño y accionar el interruptor durante unos instantes.

4 Seguir aplicando el bloque inductor hasta comprobar que se ha producido el restablecimiento de la superficie.

5 Golpear suavemente con la punta de un martillo de nailon para liberar tensiones de la chapa.



© Ediciones Paraninfo

8.26. Reparación de una abolladura mediante la aplicación de calor y frío

Este tipo de técnica resulta muy efectiva en determinado tipo de abolladuras, especialmente cuando la superficie hundida es amplia y no presenta mucha profundidad ni nervaduras.

En superficies donde se haya producido estiramientos pronunciados de la chapa, pliegues, vértices afilados o rotura o desprendimiento del material, será necesario utilizar otro tipo de técnicas para la reparación.

Básicamente consiste en calentar la superficie durante unos minutos con cualquier tipo de equipo que produzca aire caliente del tipo de secador de pelo. Durante el proceso es necesario calentar desde el centro de la abolladura hacia los extremos realizando círculos concéntricos y mantener el foco de aire caliente en movimiento para evitar producir daños en la pintura o el barniz. El cambio de color de la superficie indicará que se ha producido sobrecalentamiento.

Inmediatamente después proyectar dióxido de carbono en espray directamente sobre la abolladura desde el centro hacia los extremos durante aproximadamente 10 segundos. El dióxido de carbono tiene una temperatura de evaporación de aproximadamente –80 °C, el contraste de calor y frío producirá una dilatación y contracción del material inmediata que provocará que este vuelva a su posición original.

Golpear ligeramente las costillas con un martillo de nailon para facilitar el asentamiento de la superficie a su posición original.

Después de secar la superficie, se puede realizar la operación varias veces si con una vez no se hubiera conseguido el restablecimiento deseado de la superficie.

Este método no siempre es efectivo puesto que depende principalmente del tipo y profundidad de la superficie hundida.

PROCESO DE REPARACIÓN DE UNA ABOLLADURA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE CALOR Y FRÍO

1 Superficie hundida en la aleta trasera derecha.

2 Aplicar calor sobre la superficie desde el centro hacia los extremos, sin concentrarlo en un solo punto.

© Ediciones Paraninfo

3 Después de unos minutos, aplicar dióxido de carbono sobre la superficie durante 10 segundos aproximadamente.

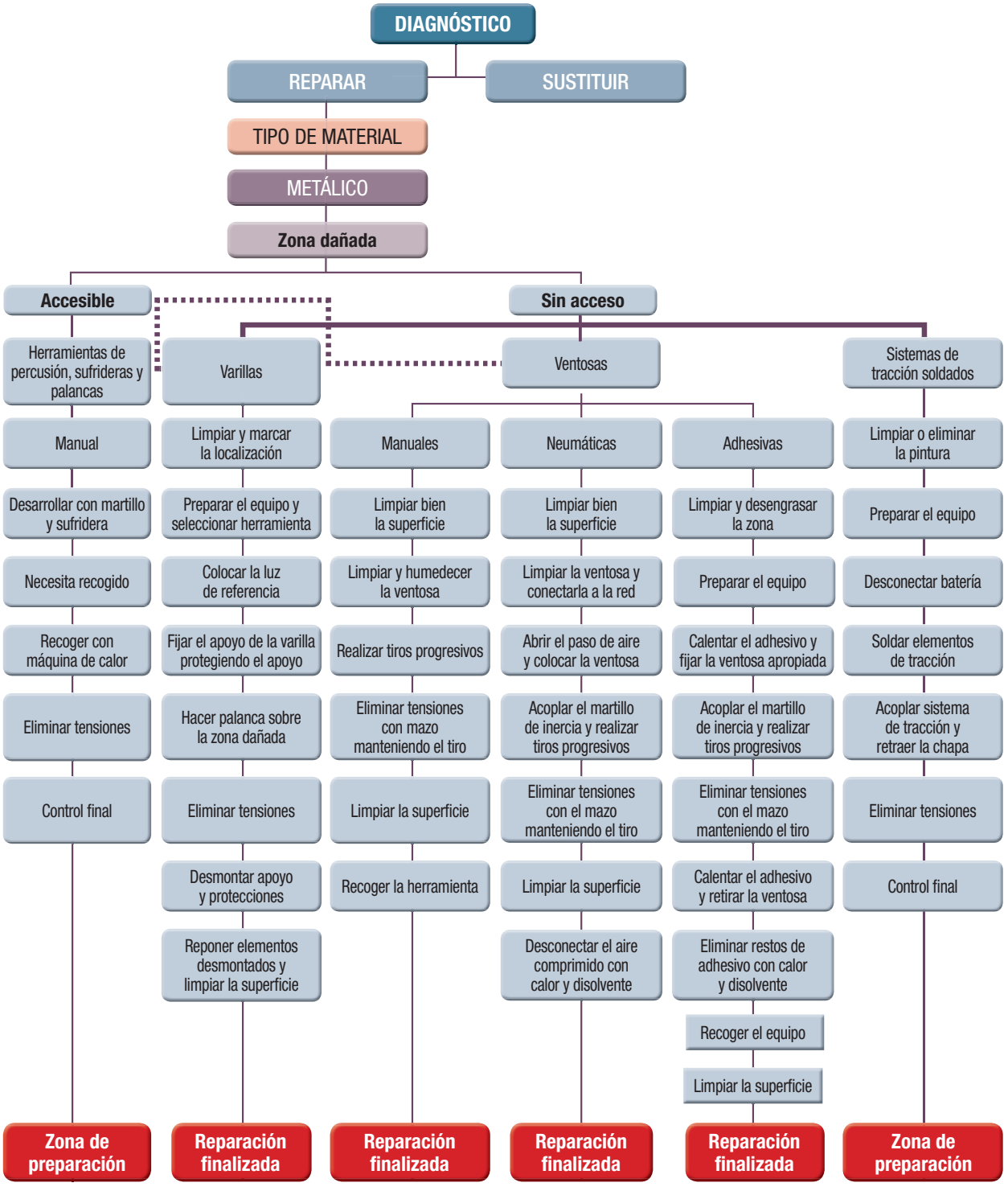
4 Secar la superficie y repetir el proceso si fuera necesario.

5 Superficie reparada mediante la aplicación de calor y frío.

© Ediciones Paraninfo

8.27. Cuadro sinóptico de los procesos de reparación de elementos metálicos

A continuación se especifican, de forma resumida, las operaciones de conformado de los elementos metálicos sin daños estructurales.



© Ediciones Paraninfo

8.28. Tratamiento de igualación de superficies

Los materiales de relleno se utilizan en la reparación de la carrocería para terminar de igualar las superficies una vez estraída la abolladura, y para aplicar sobre superficies directamente cuando la deformación es muy pequeña.

Aplicando este tipo de productos acompañados de la técnica correspondiente se consiguen acabados muy satisfactorios.

8.28.1. Productos

Existen tres posibilidades para aplicar material de relleno sobre la reparación, por una parte están las masillas con resinas de poliéster o PE, por otra las masillas con resinas epoxi o EP y por otra mediante soldadura de estaño-plomo.

El primer tipo se estudia en el módulo profesional de *Preparación y embellecimiento,* en cuanto al segundo y tercero se detallan en los apartados siguientes. A continuación, se realiza una comparativa entre los distintos sistemas:

La aplicación de masillas se utiliza más que la aplicación con estaño-plomo, con ella se consiguen buenos acabados y su aplicación resulta más sencilla, rápida, limpia y económica.

El empleo de la soldadura de estaño-plomo es más laborioso aunque su aplicación proporciona mayor calidad.

Las ventajas de las masillas con respecto a la soldadura de estaño-plomo son las siguientes:

- No se necesita la aportación de calor para introducir material de relleno, por tanto no existe el riesgo de provocar deformaciones en la chapa por exceso de temperatura
- El equipo de trabajo es mucho más simple.
- Se pueden utilizar en piezas no metálicas.
- La aplicación de masillas no requiere una mano de obra muy especializada para conseguir buenos acabados.
- El polvo que se desprende del lijado de las masillas es menos nocivo que el de la soldadura de estaño-plomo.
- Menor tiempo de aplicación.
- Se puede utilizar conjuntamente cuando se empleen adhesivos como método de unión.

	Ventajas	Inconvenientes
Masillas de PE	No se necesita la aportación de calor, por tanto, no existe el riesgo de provocar deformaciones en la chapa por exceso de temperatura. El equipo de trabajo es mucho más simple. Se pueden utilizar en piezas no metálicas. La aplicación de masillas no requiere una mano de obra muy especializada para conseguir buenos acabados. El polvo que se desprende del lijado de las masillas es menos nocivo que el de la soldadura de estaño-plomo. Menor tiempo de aplicación.	Menor resistencia estructural que las otras dos.
Masillas de EP	Además de tener las mismas ventajas en las masillas de PE, tienen también: • Elevada elasticidad. • Posibilidad de aplicar mayores espesores. • El mezclado más rápido y sencillo, siempre se realiza directamente con boquilla específica. • Mejora la resistencia final de la pieza. • Poder anticorrosivo	Tiempo de curado lento.
Soldadura de Sn-Pb	Elasticidad muy similar al metal base. Posibilidad de aplicar mayores espesores. Mejora la resistencia final de la pieza. No necesita tiempo de curado para su endurecimiento.	Mayor riesgo toxicológico. Más laborioso. Solo es aplicable sobre chapa de acero o aluminio.

© Ediciones Paraninfo

Las ventajas de la soldadura de estaño-plomo con respecto a las masillas son las siguientes:

- Muy buena adherencia sobre chapa de acero o aluminio.
- Elasticidad muy similar al metal base.
- Si se aplica correctamente la técnica, se pueden conseguir mejores acabados; no obstante, se pueden utilizar masillas para cubrir las pequeñas imperfecciones en la superficie.
- Posibilidad de aplicar mayores espesores.
- Mayor rigidez.
- No necesita tiempo de curado para su endurecimiento.

8.29. Relleno con aleación de estaño-plomo

Las principales características que aporta el relleno con soldadura de estaño-plomo son su resistencia mecánica y su adhesión sobre el metal, por ello se convierte en un relleno especialmente apropiado para:

- Aplicar en reparaciones de zonas con difícil acceso, que suelen necesitar un elevado espesor para cubrir los desniveles lógicos de la reparación en ese tipo de reparaciones.
- Rellenar cordones de soldadura o uniones remachadas, cuando se producen sustituciones parciales de piezas metálicas, especialmente en paneles de aluminio.

No se debe utilizar nunca como elemento de unión exclusivo.

La soldadura de estaño-plomo se denomina como soldadura blanda, puesto que el punto de fusión es inferior a 450 °C. La temperatura de trabajo oscila entre los 190 °C y los 250 °C.

Para la fusión del material de aportación se suele emplear un soplete de fontanero.

8.29.1. Descripción del equipo, herramientas y materiales necesarios en la reparación

El equipo y los útiles empleados para el relleno con este material se describen a continuación.

Figura 8.144. **Equipo de aplicación de la soldadura de estaño-plomo.**

Metal de aportación

Consiste en una aleación de estaño y plomo en unas proporciones aproximadas de un 25 % de estaño y un 75 % de plomo, la cantidad de estaño no debe exceder del 33 %, ya que aumentaría considerablemente la fluidez del material y dificultaría en exceso su moldeado.

Si se mantienen los márgenes de proporciones de estaño entre el 25 % y el 33 %, se conseguirá una consistencia pastosa y fácil de moldear en un amplio margen de temperatura. El metal de aportación se comercializa en varillas de diferentes grosores.

Figura 8.145. **Varillas del metal de aportación.**

Soplete de fontanero

El soplete de fontanero se utiliza para calentar la superficie donde se aplica el relleno y para fundir el metal de aportación. Proporciona una temperatura relativamente baja y una llama muy difundida. Su empleo en esta aplicación tiene grandes ventajas con respecto a la soldadura oxiacetilénica, ya que no produce calentamiento puntual crítico en la superficie y porque la llama tampoco alcanza una temperatura excesiva.

© Ediciones Paraninfo

Figura 8.146. **Sopletes de fontanero.**

Productos limpiadores

Los productos limpiadores actúan como acondicionadores de la superficie donde se va a aplicar el estaño-plomo, eliminando el óxido superficial y garantizando una buena adherencia del material de aportación. Estos productos están exentos de ácidos para evitar los problemas propios de la oxidación interna una vez aplicada la pintura.

Se comercializan en estado líquido, más o menos pastosos, para facilitar su aplicación sobre la superficie con un pincel o con una brocha.

Figura 8.147. **Producto limpiador y promotor de adherencia.**

Estropajo de acero inoxidable

El estropajo de aluminio se utiliza como medio para extender una pequeña cantidad del material de aportación sobre la superficie a rellenar; de esta forma se crea una capa fina de estaño-plomo sobre dicha superficie y facilita la adherencia del resto del material de relleno.

Figura 8.148. **Estropajo de acero inoxidable.**

Espátulas de madera

Las espátulas son pequeñas palas de madera para extender correctamente la masa del material de aportación (estaño-plomo) sobre la superficie a rellenar permitiendo la extensión y el conformado de una forma muy precisa cuando este se encuentra en un estado pastoso, lo que evita gran parte de la rugosidad que aparece en la aportación y facilita el lijado posterior.

Figura 8.149. **Espátulas.**

Aceite o grasa para espátulas

Para proteger las espátulas de madera del calor al que están sometidas y facilitar el deslizamiento de la pasta es imprescindible impregnar las espátulas con aceite o grasa especial, generalmente parafina en barras, que presenta un punto de fusión elevado y evita la aparición de impurezas en el material de relleno.

© Ediciones Paraninfo

Limas y lijas

Una vez aplicado el material de aportación, es necesario utilizar una garlopa o lima de carrocero para eliminar el sobrante. El empleo de estas limas sirve también para controlar las posibles irregularidades que hayan quedado en la superficie.

El lijado final se puede realizar a mano o través de lijadoras, en función de la accesibilidad de la superficie.

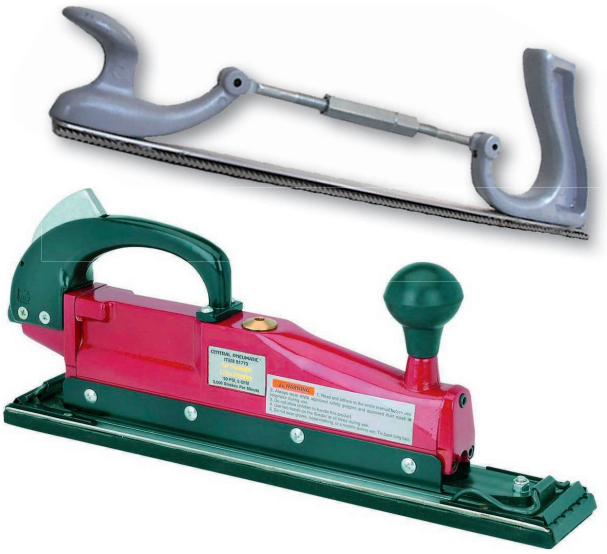


Figura 8.150. **Limas de carrocero.**

Figura 8.151. **Lijadora rotoorbital y diferentes lijas.**

PROCESO PARA LA REPARACIÓN CON ESTAÑO-PLOMO

Una vez preparado el puesto de trabajo (soportes y espacio), la herramienta (equipo de soldadura de estaño-plomo) y los medios de protección personal (guantes y mascarilla), se procederá de la siguiente forma:

Figura 8.152. **Equipo de protección.**

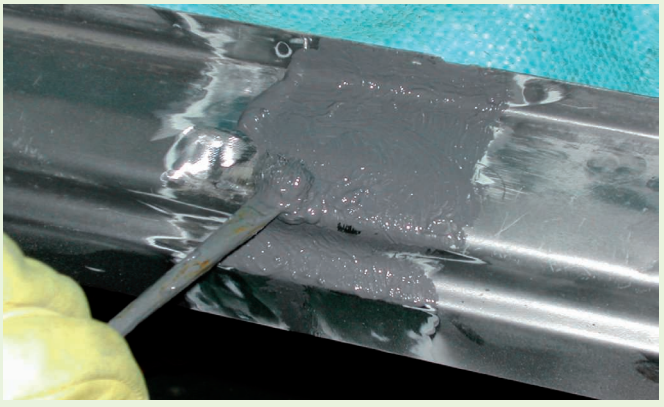
1 Proteger los elementos que pudieran sufrir algún tipo de deterioro por la aportación de calor o salpicaduras debidos a la operación que se va a realizar en la zona. Para ello se debe emplear una manta ignífuga.

© Ediciones Paraninfo

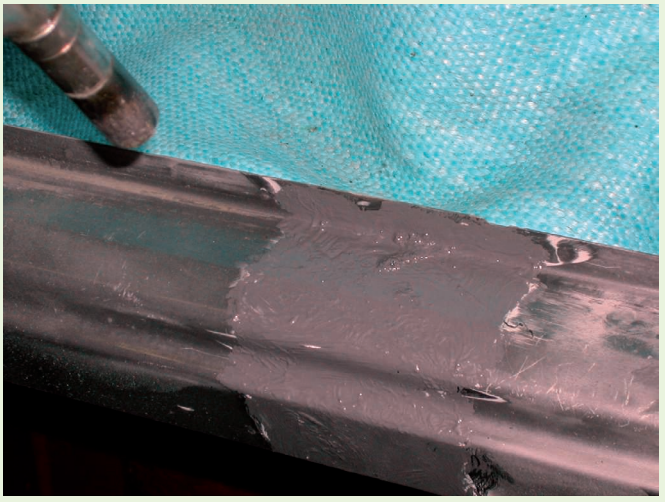
2 Realizar el decapado de la pintura necesaria para aplicar el estaño-plomo, empleando discos *Clean & Strip*.

3 Aplicar la parafina sobre la espátula para facilitar la extensión del estaño-plomo fundido sobre la pieza. Para la aplicación de la parafina, solamente es necesario calentarla un poco, frotarla sobre la espátula y quedará adherida sobre ella.

4 Aplicar la pasta de limpieza y agarre, cuyas funciones son las de eliminar los posibles óxidos superficiales que pudieran existir y facilitar la adherencia del material de aportación.



5 Calentar la pasta, uniformemente, de fuera hacia adentro, hasta que toda la zona tome una coloración como el café. Esto se debe a que el fundente se separa hacia la superficie.

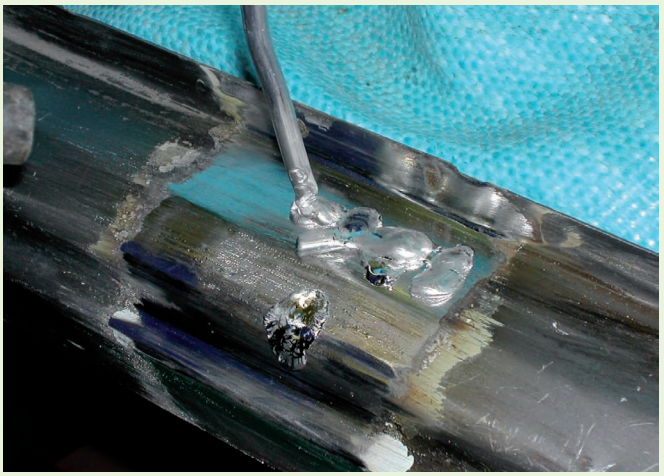


6 Quitar el fundente sobrante pasando un trapo limpio, de algodón o lino, sin fibras ni hilachas.

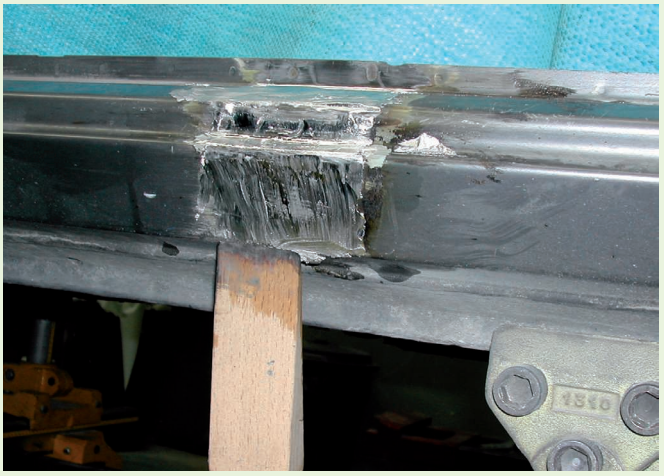
La superficie quedará con un brillo intenso, lista para la aplicación del estaño.

7 Calentar simultáneamente la pieza y la barra de aporte, cuando la punta está pastosa. Se aplica en pequeños toques sobre la superficie, como pequeños botones, hasta rellenar con el material necesario para la igualación. En el caso de realizar el relleno sobre una superficie vertical, extenderlo desde abajo hacia arriba controlando la dirección de la llama para que no caliente excesivamente la chapa y produzca goteo del material.

© Ediciones Paraninfo



8 Una vez que el metal de aportación está convertido en una pasta, moldearlo con la espátula, adaptando la pasta a la forma de la superficie.

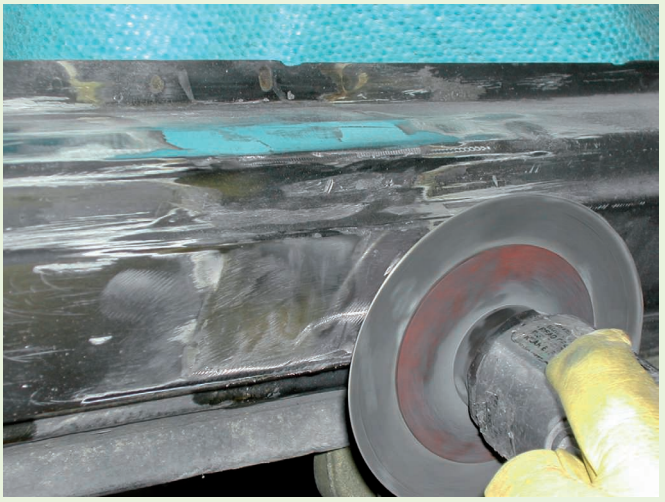


9 Dejar que solidifique y eliminar el material sobrante con la garlopa de carrocero, en las zonas donde el acceso lo permita. Esta operación permite comprobar el estado de la superficie por si hubiera que retocarla.

10 Si fuese necesario mejorar el acabado en las zonas redondeadas, utilizar una lijadora neumática con una lija de grano P-100.

En las partes angulosas conviene realizar un lijado de acabado manual con tacos estrechos.

Finalmente, eliminar los restos del líquido limpiador con un pasivador adecuado.



8.29.2. Precauciones a tener en cuenta al utilizar la técnica del estaño-plomo

Al aplicar la técnica de estaño-plomo es muy importante seguir estas precauciones:

- Antes de proceder a la utilización de esta técnica, desmontar o proteger todos los elementos que pudieran ser dañados por la cercanía de exposición a la temperatura que se va a someter a la zona.
- Limpiar perfectamente la zona de aplicación.
- Calentar de una forma homogénea la superficie sin producir un calentamiento excesivo de la chapa.
- Evitar en la medida de lo posible el goteo de material.
- Antes del moldeado con las espátulas hay que impregnarlas en aceite o grasa con un punto de fusión alto.
- No se debe aportar nada más que el material necesario para cubrir las irregularidades de la superficie.

© Ediciones Paraninfo

8.29.3. Normas de seguridad e higiene

Algunas normas de seguridad específicas para esta técnica son:

- No utilizar el equipo en zonas donde se hayan concentrado gases inflamables.
- Durante la aplicación, deben usarse gafas y guantes para evitar posibles quemaduras.
- El lijado debe realizarse empleando como protección mascarilla para polvo y guantes.
- En todo el proceso debe utilizarse un sistema de extracción directa.

8.30. Nuevos productos de relleno como alternativa al estaño-plomo

Actualmente, los talleres de reparación de chapa utilizan masillas de estaño aplicadas con soplete para reparar daños de todo tipo en la chapa metálica de la carrocería.

Este proceso da buenos resultados, pero las masillas de estaño contienen plomo, un metal extremadamente peligroso. Además, la masilla tiene que aplicarse con un soplete, lo que añade riesgos y hace que la operación sea bastante más compleja.

Tanto las compañías automovilísticas como algunas aseguradoras están buscando una solución que sustituya a las aleaciones de estaño-plomo. Las masillas de poliéster son seguras de utilizar, pero técnicamente son inferiores en calidad al estañado, especialmente en el tratamiento de carrocerías de aluminio.

Como respuesta a estas necesidades se ha desarrollado una masilla epoxi cuyas propiedades se asemejan a las aplicaciones de estaño-plomo.

Masilla epoxi bicomponente de alta dureza y tenacidad

Se trata de una masilla libre de estaño y de plomo, con óptima adhesión a los metales, especialmente al aluminio y propiedades mecánicas similares en calidad al propio relleno con estaño-plomo, se aplica a temperatura ambiente y es muy fácil de conformar y de lijar.

Figura 8.153. **Masilla sustitutiva de estaño-plomo.**

Puede conseguir espesores superiores a 2,5 mm.

Se presenta en cartuchos extruíbles para pistolas convencionales, con boquilla mezcladora.

Se aplica directamente, sin necesidad de imprimación, se moldea con la espátula y queda listo para el lijado final y la aplicación de pintura. Aunque hay que tener en cuenta que su endurecimiento es bastante más lento, aun empleando equipos de secado con infrarrojos.

Presenta otras ventajas como son las siguientes:

- La extrusión con la boquilla mezcladora que se adjunta con el cartucho genera una mezcla automática y una aplicación precisa.
- Mejora de forma muy notable las condiciones de seguridad e higiene del proceso respecto del estañado.

© Ediciones Paraninfo

Figura 8.154. **Aplicación del relleno.**

- No descuelga, no fluye y deja un tono uniforme en el área aplicada.
- Como casi todos los epoxis tenaces para enmasillado de metales, presenta una mínima contracción, evitando efectos indeseables de rechupes o marcas tras su sobrepintado.
- Gracias a su cohesión y adhesividad, previene de forma total la corrosión, tanto medioambiental (previniendo el ingreso de humedad en el metal tratado) como galvánica, si se emplea como adhesivo estructural entre metales diferentes.
- Amplio tiempo de trabajo, 40 minutos (solo hay que mezclar una vez), ampliamente superior al de las masillas de poliéster.
- Ideal para la reparación de grandes áreas, ya que el proceso de reparación es mucho más sencillo, a diferencia de con las masillas de estaño.
- No se necesita imprimación cuando se aplica en acero y en aluminio (las masillas de estaño no funcionan bien sobre aluminio).
- No es necesario desmontar las piezas y componentes anexos, como airbags, depósito de combustible o paneles interiores (se eliminan los riesgos que implica el uso de llama directa en componentes electrónicos u otros componentes que se degraden térmicamente).
- Por este mismo motivo, no daña los recubrimientos aplicados por cataforesis, ceras de cavidades o pinturas.

Figura 8.155. **Conformado y alisado posterior.**

© Ediciones Paraninfo

8.31. Seguridad y salud laboral. Riesgos inherentes al área de reparación de elementos metálicos

En la reparación de elementos metálicos se realizan operaciones de restauración de superficies, aplicación de productos, algunos de ellos de elevada toxicidad, aportaciones de calor y operaciones de lijado entre otras. Para llevar a cabo las citadas operaciones es necesario la utilización de equipos de soldadura, lijadoras, elevadores, herramientas neumáticas y eléctricas, herramientas de mano, gatos hidráulicos, equipos específicos, etc. Su utilización de forma adecuada con las medidas de protección individual necesarias durante su aplicación no ofrecen riesgos considerables de accidentes o enfermedades profesionales. Sin embargo, la falta de medidas de prevención o la incorrecta utilización de los equipos puede ocasionar lesiones muy graves y a medio plazo verse mermada considerablemente la salud, en algunos casos de forma irreversible.

Los riesgos que se derivan de las operaciones propias del área de reparación de elementos metálicos se pueden minimizar considerablemente teniendo en cuenta determinados aspectos que a continuación se citan:

- Formando al trabajador en materia de prevención de riesgos específicos que se derivan de su puesto de trabajo.
- Utilizando una herramienta de calidad y exclusivamente para lo que ha sido diseñada.
- Manteniendo las herramientas en su perfecto estado de uso.
- No sobrecargando equipos tales como elevadores, gatos hidráulicos, caballetes, etcétera.
- Sensibilizando al trabajador sobre la importancia que tiene llevar a cabo las precauciones pertinentes tanto en materia de protección personal o colectiva como en hábitos de trabajo.
- Manteniendo el puesto de trabajo y las zonas comunes del lugar de trabajo en perfectas condiciones de organización y limpieza.

Figura 8.156. Los carros portaobjetos facilitan la organización del puesto de trabajo.

Figura 8.157. Cadena de montaje de una carrocería perfectamente limpia y organizada. Los trabajadores utilizan los medios de protección personal.

8.31.1. Riesgos inherentes a la reparación de elementos metálicos

Algunos riesgos importantes en la reparación de elementos metálicos son los siguientes:

- **Golpes y cortes.** Producidos por el empleo de herramientas de mano o durante el desmontaje de componentes sin tener en cuenta las medidas de seguridad apropiadas. Es conveniente utilizar herramientas de calidad y exclusivamente para lo que han sido diseñadas así como asegurarse de su correcto estado físico y de mantenimiento. Las medidas de protección para los trabajadores durante su utilización son guantes y botas de seguridad.
- **Atrapamientos.** Derivados del propio uso de determinadas herramientas y equipos. Para evitarlo siempre es necesario prestar especial atención en el

© Ediciones Paraninfo

Figura 8.158. Guantes.

uso de determinados equipos y seguir las instrucciones que determine el fabricante. Durante las operaciones de reparación de carrocería es necesario utilizar guantes.

- **Sobreesfuerzos y posturas inadecuadas.** Ciertas operaciones requieren sobreesfuerzos en el trabajador y la adopción de ciertas posturas poco ergonómicas, ya sea por sus características de peso o bien por su ubicación. Antes de realizar sobreesfuerzos o adoptar posturas inadecuadas será conveniente analizar la situación para comprobar en qué medida se puede evitar parte o la totalidad de los citados riesgos, bien con el apoyo de equipos y herramientas más adecuadas, o solicitando ayuda a otra persona. En los casos que sea inevitable, será conveniente no someterse a ellos durante un tiempo prologando.

- **Proyección de partículas.** La utilización de determinadas herramientas tales como lijadoras, radiales, etc. lleva asociada la proyección de partículas que pueden afectar de manera directa sobre la piel y los ojos del operario que la está utilizando. Además, la herramienta, especialmente la neumática, produce un nivel de ruido al que no debe someterse el usuario, por ello, mientras que se está realizando esta operación el trabajador debe utilizar como medida de protección personal gafas, cascos y guantes.

- **Quemaduras producidas por focos de calor.** Cuando se manipula una superficie que se ha aplicado calor para la restauración de su superficie, se corre el riesgo de ocasionar una quemadura. Como medida de protección, además de utilizar la ropa y los guantes apropiados, es preciso tener en todo momento constancia de la temperatura de la superficie y trabajar con las precauciones necesarias para estas circunstancias.

Figura 8.159. Equipo de protección personal.

- **Radiaciones.** El equipo de soldadura multifunción emite diferentes tipos de radiaciones durante su funcionamiento que pueden dañar la salud del operario y de los que le rodean. Para evitar en lo posible las radiaciones emitidas por el equipo es necesario evitar exposiciones prolongadas y realizar los trabajos de soldadura en zonas aisladas del resto de trabajadores. Es obligatoria la utilización de ropa adecuada, guantes y pantallas protectoras.

Figura 8.160. Equipo de protección.

© Ediciones Paraninfo

- **Inhalación de humos y gases tóxicos.** La utilización de equipos multifunción puede provocar el desprendimiento de gases y humos nocivos para la salud. Para evitar su inhalación, las instalaciones deben tener buena ventilación y el operario debe utilizar mascarillas apropiadas.

- **Riesgos eléctricos.** La utilización de los equipos de soldadura puede provocar descargas eléctricas sobre el operario como consecuencia de una instalación eléctrica defectuosa o de un incorrecto mantenimiento del equipo. Para evitar dichos riesgos es preciso revisar exhaustivamente la instalación, no tocar partes eléctricas bajo corriente o los electrodos directamente, no manipular el equipo con las ropas o los pies mojados, aislarse mediante calzado adecuado del suelo y de la pieza a soldar, utilizar el equipo según las instrucciones del fabricante y realizar los mantenimientos precisos.

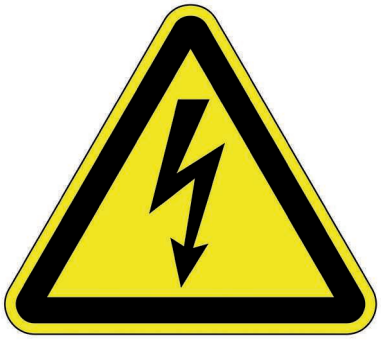


Figura 8.161. Señal de riesgo eléctrico.

- **Incendio.** Las zonas donde se trabaje con equipos de soldadura deben estar perfectamente ventiladas y no debe existir concentración de gases inflamables que pudieran provocar un incendio. Además es preciso revisar las mangueras y válvulas de seguridad y sustituirlas en su caso antes de encender el equipo.

Figura 8.162. Toma de corriente.

Figura 8.163. Extintores.

8.31.2. Riesgos inherentes a las operaciones con soldadura blanda

Como riesgos importantes en las operaciones con soldadura blanda se pueden destacar los siguientes:

- **Quemaduras.** Producidas por la manipulación del material de aportación y del soplete. El equipo de protección personal para evitar estos riesgos consiste en la utilización de ropa, gafas y guantes apropiados.
- **Inhalación de humos y gases tóxicos.** La realización de la soldadura provoca el desprendimiento de gran cantidad de humos y gases tóxicos que pueden afectar considerablemente a la salud del trabajador. Para evitar la inhalación de humos y gases tóxicos, las instalaciones deben tener buena ventilación y el operario debe utilizar mascarillas apropiadas.
- **Explosión.** El gas utilizado en la soldadura blanda es el butano, su incorrecta manipulación y almacenamiento podría provocar una explosión. Para evitar dichos riesgos es necesario seguir todas las indicaciones referentes a la manipulación y el almacenamiento del citado gas, no soldar en proximidad de recipientes a presión o en presencia de polvo, gas o vapores explosivos.
- **Incendio.** Las zonas donde se trabaje con equipos de soldadura deben estar perfectamente ventiladas y no debe existir concentración de gases inflamables que pudieran provocar un incendio. Además es preciso revisar las mangueras y válvulas de seguridad y sustituirlas en su caso antes de encender el equipo.

© Ediciones Paraninfo

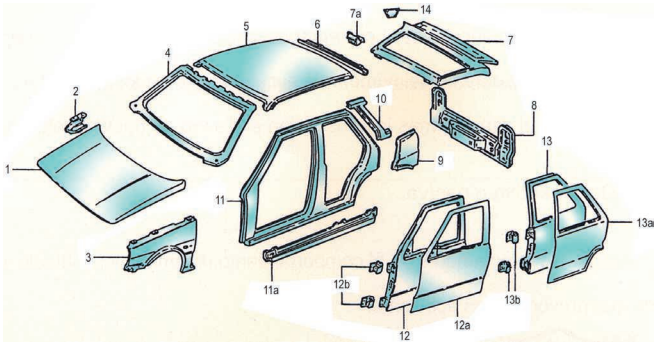
CUESTIONES

8.1. Razona la reciente evolución de los materiales de la carrocería.

8.2. ¿Cuáles son las pautas necesarias que se deben dominar para realizar una correcta reparación?

8.3. Enumera tres tipos de aceros que se emplean en la fabricación de las carrocerías.

8.4. Enumera las partes de la carrocería que aparecen en la figura.



8.5. ¿A qué se debe que el carrocero tenga tantos útiles diferentes para realizar la misma función?

8.6. ¿Cuáles son las operaciones básicas del chapista en la reparación de zonas de fácil acceso?

8.7. Explica el proceso completo para el desabollado en frío en un panel de aluminio.

8.8. Razona los motivos que justifican la conveniencia de evitar la aplicación de calor en la reparación.

8.9. Explica las precauciones para trabajar, en frío, sobre los paneles de aluminio.

8.10. Explica las precauciones para trabajar, sobre los paneles de aluminio, con aportación de calor.

8.11. ¿Qué ventajas e inconvenientes ofrece el aluminio con respecto al acero en la fabricación de carrocerías?

8.12. Anota las herramientas más características utilizadas en reparaciones de elementos metálicos en zonas de fácil acceso.

8.13. Anota las particularidades de las herramientas utilizadas en la reparación de paneles de aluminio.

8.14. ¿En qué consiste y cómo se realiza la operación de aplanado, estirado, batido y recalcado?

8.15. ¿Cómo se realiza la operación de recogido con calor?

8.16. ¿Qué precauciones debemos tener en cuenta a la hora de soldar con máquinas multifunción, y por qué?

8.17. ¿Qué operaciones se pueden realizar con la pistola de la soldadura multifunción?

8.18. ¿Qué pasaría si nos excediéramos en tiempo o en intensidad de soldadura al soldar clavos o arandelas?

8.19. ¿Para qué tipos de reparaciones son especialmente útiles los desabolladores neumáticos, y por qué?

8.20. ¿Qué ventajas nos ofrece el desabollador neumático con respecto a la soldadura multifunción?

8.21. ¿Para qué tipo de reparaciones utilizaremos las ventosas convencionales?

8.22. ¿Para qué tipo de reparaciones utilizaremos las ventosas adhesivas?

8.23. ¿Qué medios conoces para desabollar una superficie sin que se produzca deterioro de la pintura?

8.24. Explica el proceso de reparación mediante varillas que no deterioran la pintura.

8.25. ¿Qué tipo de sistemas conoces para retraer una superficie mediante elementos soldados?

8.26. ¿Qué particularidades tiene la restauración de una superficie con elementos soldados sobre una pieza de aluminio?

© Ediciones Paraninfo

ACTIVIDADES FINALES

Reparación de elementos metálicos

8.27. Describe el proceso de trabajo a seguir para desabollar una superficie con sistema de ventosas adhesivas.

8.28. En una reparación con sistema de varillas, ¿cuál será el reflejo que producirá la lámpara cuando la superficie esté deformada hacia el interior?

8.29. ¿Cuáles son las propiedades físicas de los materiales más representativas? Explica cada una de ellas.

8.30. A qué hace referencia las propiedades químicas de los materiales. Explica las más representativas.

8.31. Enumera las propiedades mecánicas de los materiales y desarrolla cada una de ellas.

8.32. ¿Qué determina las propiedades sensoriales y ecológicas de los materiales?

8.33. ¿Cuáles son las posibilidades que ofrecen los equipos de inducción en la reparación de carrocería?

8.34. ¿Qué medios y técnicas existen para diagnosticar anomalías en una superficie?

8.35. ¿Qué tipos de abolladuras existen? ¿En qué consiste cada una de ellas?

8.36. ¿Cuáles son las consideraciones previas que hay que tener en cuenta para realizar un desabollado?

8.37. ¿Qué quiere decir desabollado en falso? ¿Qué diferencias existen con respecto al desabollado indirecto?

8.38. ¿Qué riesgos son inherentes a la utilización de equipos de soldadura con transformadores de corriente?

8.39. Enumera las precauciones hay que tener en cuenta para utilizar los equipos multifunción.

8.40. Explica el estado de la superficie que tienen las siguientes figuras, teniendo en cuenta que son los reflejos que proporciona una pantalla luminosa.

8.41. Explica el proceso de extracción de una abolladura con un equipo *ding puller*.

8.42. ¿Cuáles son los riesgos inherentes en la reparación de elementos metálicos?

8.43. ¿Qué ventajas ofrecen las masillas epoxi bicomponente como material de relleno con respecto a la técnica de estaño-plomo?

© Ediciones Paraninfo

ACTIVIDADES PROPUESTAS

8.1. Confecciona una ficha en la que se reflejen dos prácticas, una, reparación de un panel de acero y otra, en un panel de aluminio, anotando la documentación consultada, los útiles empleados, las fases principales del proceso y las dificultades que han surgido.

8.2. Realiza un control del estado en que se encuentra la herramienta de mano y las máquinas antes y después de utilizarlas.

8.3. Realiza un dibujo esquemático de una máquina multifunción en el que aparezcan sus partes y especialmente los mandos de regulación. Indica la función de cada uno de ellos.

8.4. Localiza y anota diez tipos diferentes de palancas y tases. Para ello puedes consultar en catálogos, internet u otros medios.

8.5. Localiza y anota cinco equipos multifunción diferentes. Para ello puedes consultar en catálogos, internet u otros medios. Describe las características principales de cada uno de ellos.

8.6. Localiza y anota tres vehículos diferentes con los elementos exteriores de la carrocería de material sintético. Para ello puedes consultar en catálogos, internet u otros medios.

8.7. Localiza mediante catálogos, internet u otros medios, tres equipos distintos diseñados para el desabollado mediante elementos soldados. Anota las características particulares de cada uno de ellos.

8.8. Localiza cinco vehículos que dispongan de algunas piezas de la carrocería fabricadas en aleación ligera y rellena el cuadro siguiente. Puedes consultar manuales de reparación, internet u otros medios.

	Vehículo 1	Vehículo 2	Vehículo 3	Vehículo 4	Vehículo 5
Marca y modelo					
Aletas delanteras (material)					
Puertas (material)					
Capó (material)					
Portón trasero (material)					
Estructura (material)					
Techo (material)					

8.9. Localiza cinco vehículos que tengan piezas de la carrocería fabricadas en material sintético y rellena el cuadro siguiente. Puedes consultar manuales de reparación, internet u otros medios.

	Vehículo 1	Vehículo 2	Vehículo 3	Vehículo 4	Vehículo 5
Marca y modelo					
Aletas delanteras (material)					
Puertas (material)					
Capó (material)					
Portón trasero (material)					
Estructura (material)					
Techo (material)					

8.10. Localiza y anota tres tipos diferentes de indicadores termocromáticos. Para ello puedes consultar en catálogos, internet u otros medios.

8.11. Localiza y anota tres vehículos diferentes con el chasis fabricado en aleación ligera. Para ello puedes consultar en catálogos, internet u otros medios.

8.12. Localiza y anota las características más significativas del acero, aluminio y magnesio.

8.13. Busca en internet algunos comentarios sobre técnicas de reparación de elementos metálicos de la carrocería en zonas accesibles y anota tus propias conclusiones.

8.14. Busca en internet algunos comentarios sobre técnicas de batido y recalcado y anota tus propias conclusiones.

8.15. Busca en internet cinco empresas que comercialicen herramientas de chapista para reparar paneles de aluminio.

8.16. Busca en internet manuales de reparación, catálogos, etc., de cinco vehículos que tengan la carrocería fabricada con materiales sintéticos.

8.17. Busca en internet manuales de reparación, catálogos, etc., de cinco vehículos que tengan el chasis de aluminio.

8.18. Anota los equipos y herramientas que dispone tu centro educativo para realizar el desabollado de superficies mediante elementos soldados.

8.19. Anota los equipos y herramientas de que dispone tu centro educativo para realizar el desabollado de superficies sin deterioro de pintura.

© Ediciones Paraninfo

8.20. Localiza mediante catálogos, internet u otros medios, tres equipos distintos diseñados para el desabollado sin deterioro de pintura. Anota las características particulares de cada uno de ellos.

8.21. En las páginas web de las empresas que han colaborado con el desarrollo de este libro puedes encontrar una gran cantidad de equipos y herramientas propias del taller de carrocería. Consulta la página de agradecimientos para localizar las empresas y visita sus páginas web.

8.22. En tu centro educativo, revisa el estado de los electrodos de los equipos diseñados para retraer superficies.

8.23. Escribe una relación de elementos de tracción tanto soldados como pegados que dispone tu centro y especifica las circunstancias en las que son más apropiados utilizar unos u otros.

8.24. Localiza mediante catálogos, internet u otros medios, algún sistema diseñado para el desabollado en zonas sin acceso que disponga de alguna particularidad que no se mencione en esta unidad. Describe el proceso de reparación a seguir del citado equipo y compáralo con alguno de los que ya conoces. Especifica las particularidades.

8.25. Busca en internet algunos comentarios sobre las técnicas de reparación de superficies con varillas y anota tus propias conclusiones.

8.26. Busca en internet algunos comentarios sobre técnicas de reparación con equipos *airpuller* y anota tus propias conclusiones.

8.27. Busca en internet algunos comentarios sobre técnicas de reparación con equipos multifunción y anota tus propias conclusiones.

8.28. Busca en internet algunos comentarios sobre técnicas de reparación con ventosas adhesivas y anota tus propias conclusiones.

8.29. Busca en internet algunos comentarios sobre técnicas de reparación en zonas de difícil acceso para carrocerías de aluminio y anota tus propias conclusiones.

© Ediciones Paraninfo

Materiales plásticos utilizados en el automóvil. Reparación

9

CONTENIDOS

9.1. Los plásticos y el automóvil
9.2. Producción de los materiales plásticos
9.3. Tipos y aplicaciones de los plásticos en el automóvil
9.4. Aditivos
9.5. Procesos de conformado en los termoplásticos
9.6. Proceso de conformado en los termoestables (termoendurecibles)
9.7. Materiales compuestos
9.8. Reciclado de plástico
9.9. Introducción a la reparación de elementos sintéticos
9.10. Métodos de identificación de los materiales plásticos más utilizados en el automóvil
9.11. Reparación de los elementos termoplásticos
9.12. Los plásticos termoendurecibles y su reparación
9.13. Cuadro sinóptico de los procesos de trabajo en elementos sintéticos

OBJETIVOS

- Entender el proceso de la producción de los materiales sintéticos.
- Saber cuáles son los diferentes tipos de plásticos.
- Conocer las características y propiedades más significativas de los materiales sintéticos.
- Comprender las diferentes fases de que consta el proceso de recuperación y reciclado de los materiales plásticos.
- Aprender a identificar los distintos tipos de plásticos.
- Conocer los productos y medios necesarios para realizar la reparación en los elementos sintéticos.
- Analizar los desperfectos producidos en los elementos plásticos.
- Determinar los procesos adecuados para reparar los plásticos termoplásticos y termoendurecibles.
- Saber cuáles son las precauciones necesarias y utilizar los medios de seguridad e higiene adecuados.

Introducción

La palabra plástico deriva del griego *plastiko* que significa moldeable. Los plásticos son polímeros (del griego *poly,* muchos; parte, segmento).

Los plásticos pueden definirse como un conjunto de materiales de origen orgánico, sólidos a temperatura ambiente, fácilmente moldeables mediante calor y de elevado peso molecular.

En el año 1832, experimentando con el caucho (primer elastómero conocido), se descubrió que reticulándose (tejido en forma de red) con sulfuro, se vulcanizaba, obteniéndose caucho sintético, cuyas propiedades elásticas eran excepcionales.

Figura 9.1. Vehículo con un alto contenido de materiales plásticos.

En 1838, el científico francés Victor Renault logró obtener policloruro de vinilo en laboratorio a partir de acetileno, cloruro de hidrógeno, etileno y cloro. Actualmente, y por polimerización de este cloruro de vinilo, se obtiene el cloruro de polivinilo (PVC), empleando peróxidos como catalizadores. Con aquel descubrimiento, quedaba abierto el camino a la evolución de los plásticos.

En 1869, se inició la producción técnica de celuloide por parte de los hermanos Hyatt; un material que fundía a temperaturas muy bajas y que no se transformaba bruscamente en líquido, como los metales, sino que daba una masa plástica y viscosa capaz de adoptar las formas más variadas. Ellos patentaron la primera máquina de inyección del mundo. En 1904 se inició la producción de galatina. Siguió en 1905 la producción de resinas felónicas o baquelitas.

Otro momento importante en la historia de los plásticos fue el año 1930, en que se dio un paso decisivo para la verdadera producción en masa de materias plásticas al reconocerse las múltiples propiedades de aplicación. En 1955, se pudo comenzar la producción de polietileno a gran escala y, en 1957, la de polipropileno.

En 1970, la producción mundial de plásticos se cifró en unos 30 millones de toneladas y en 1980 esta producción se triplicó.

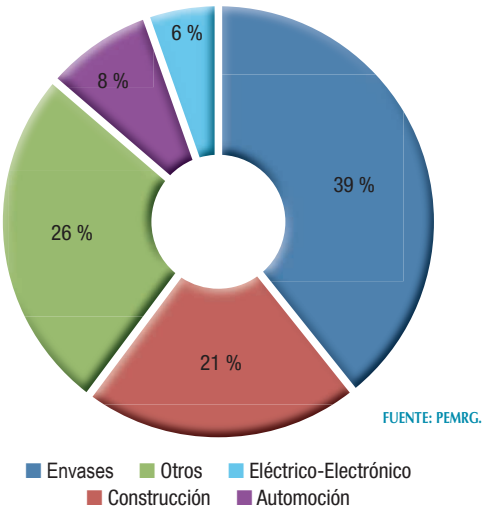


Figura 9.2. Consumo de plásticos por segmentos en 2011.

9.1. Los plásticos y el automóvil

En la industria española del automóvil se utilizaron en 1957 aproximadamente 1,1 kg de plástico por automóvil, siendo en 1970 el consumo de más de 50 kg, y en la actualidad, los fabricantes emplean una media de 110 kg por automóvil. Se calcula que para los próximos años, los plásticos utilizados en los vehículos serán aproximadamente el 30 % del peso. De este porcentaje, en el interior de los turismos puede llegar al 70 %, mientras que en el exterior será del 30 %.

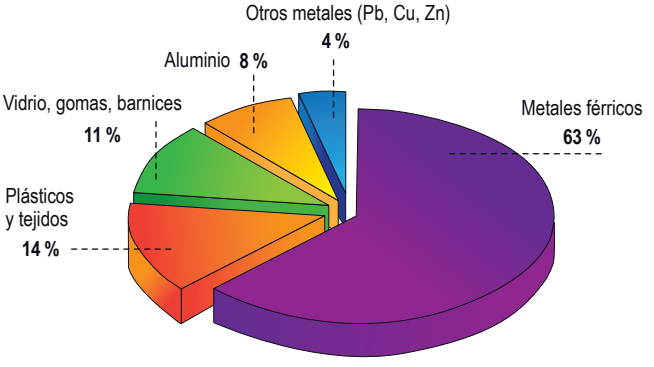


Figura 9.3. Distribución de materiales en el automóvil.

Así pues, fabricantes y proyectistas, en busca de confort, reducción de peso y de ruidos, emplean cada vez más el plástico en los automóviles.

© Ediciones Paraninfo

Una simple mirada a los vehículos que hoy en día circulan nos da una idea de la importancia que ha adquirido la presencia de los plásticos en el automóvil, y cómo han desbancado a los materiales clásicos en aplicaciones impensables hace unos años. Y no solo en el automóvil, sino en una gran cantidad de productos que actualmente se encuentran en nuestra vida.

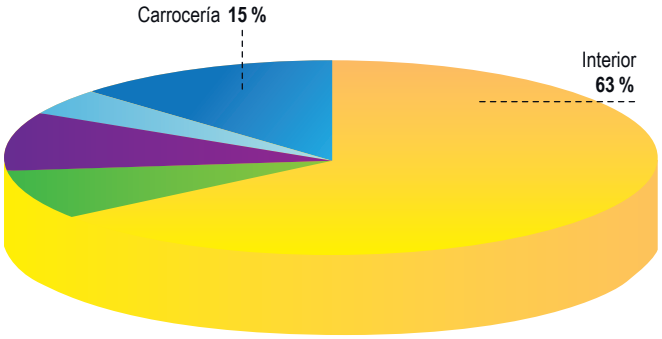


Figura 9.4. **Distribución de plásticos en el automóvil.**

9.1.1. Aplicaciones y justificación

La elección de un plástico para ser incorporado a una parte concreta del automóvil comienza por las solicitaciones mecánicas a las que va a estar sometido, facilidad de elaboración que influye en los costes, estabilidad de sus dimensiones, resistencia a los agentes atmosféricos y químicos, conservación de las propiedades estéticas, posibilidad de reciclado, etcétera.

Las principales razones que han llevado a los fabricantes de automóviles a incorporar plásticos de forma masiva han sido:

- Reducción de peso, que puede oscilar del 17 % al 50 %, lo que consigue aumentar las prestaciones finales del vehículo.
- Mayor resistencia a la fricción (cojinetes y casquillos).
- Absorción de impactos sin deformarse (paragolpes y otros elementos de carrocerías).
- Resistencia a productos químicos y corrosión (depósitos de combustible y de expansión del circuito de refrigeración), etcétera.
- Posibilidad de ser pintados.
- Combinación con otros materiales para mejorar la estética del vehículo.
- Alta moldeabilidad, que permite conseguir piezas variadas y complejas.
- Buenas propiedades de aislamiento térmico, eléctrico y acústico.

El mayor número de piezas de plástico se emplean en el interior del vehículo: salpicaderos, pulsadores, paneles, mandos, etc. Asimismo, también está muy extendido su uso en piezas de la carrocería, llegando a ser mayor el peso total aunque su número sea menor: paragolpes, portones, capós, aletas, elementos de ornamentación como estriberas, *spoilers* y alerones.

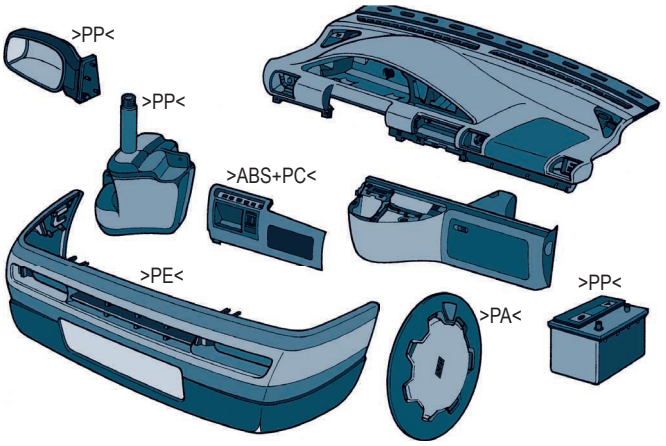


Figura 9.5. **Elementos plásticos del automóvil.**

En el gráfico de la Figura 9.6 pueden apreciarse algunos de los materiales plásticos más representativos que suelen incorporar los vehículos. El polipropileno (PP) es el plástico más utilizado, por sus excelentes cualidades y su fácil reciclado.

Figura 9.6. **Plásticos más utilizados en el automóvil.**

© Ediciones Paraninfo

ABS.	Accesorios del interior del motor y tapacubos.
PP + EPDM.	Parachoques delantero y trasero.
PP.	Parachoques delantero y trasero, revestimiento de pases de ruedas, carcasas de faros, espejo retrovisor.
PUR.	Parachoques delantero y trasero, salpicadero.
PA.	Tapacubos, retrovisores, revestimientos exteriores.
PC.	Parachoques delantero y trasero.
PVC.	Molduras.
PE.	Revestimiento de rueda.

Figura 9.7. **Elementos de plástico de la carrocería que ya se utilizan en producción o que está previsto adoptar próximamente y plásticos más empleados en el interior del automóvil.**

© Ediciones Paraninfo

9.2. Producción de los materiales plásticos

Los avances logrados durante los pasados decenios en los sectores de la química han tenido como consecuencia que hoy puedan obtenerse a partir del petróleo y del gas natural casi todas las materias primas necesarias para la producción de plásticos.

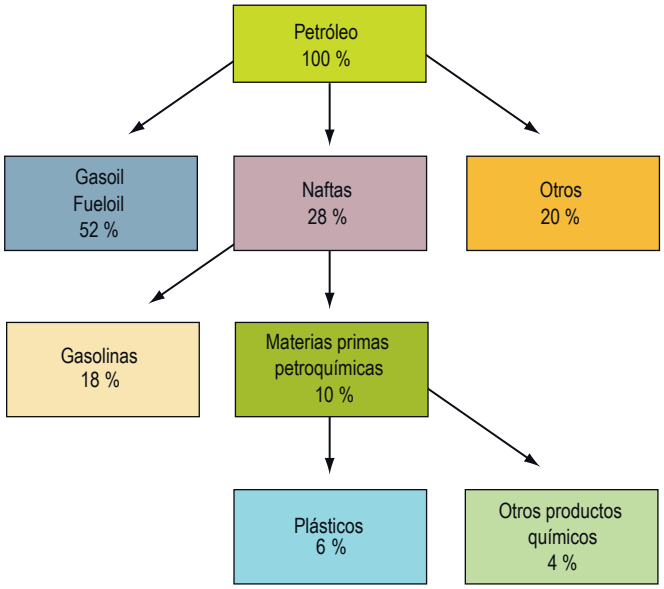


Figura 9.8. **Esquema de las materias primas necesarias para obtener un plástico.**

Los materiales plásticos son compuestos químicos formados por grandes moléculas, llamadas «macromoléculas», de peso molecular muy elevado.

El término «macromolécula» se utiliza para llamar a toda molécula constituida por más de mil átomos.

Las macromoléculas se designan también con el nombre de «polímeros», y las moléculas que se combinan para formar un polímero o macromolécula, se conocen como «monómeros».

Los procesos industriales para la obtención de productos macromoleculares, por asociación de grupos estructurales, se clasifican en:

- Polimerización.
- Policondensación.
- Poliadición.

9.2.1. Polimerización

Este es un proceso por el cual, y mediante un catalizador, se unen varias moléculas individuales y homogéneas de un compuesto, denominado «monómero», para formar una cadena de múltiples eslabones de este y obtener moléculas gigantes llamadas «macromoléculas». Fue descubierto en 1930.

La combinación química más simple que es capaz de polimerizar es el etileno. Por este procedimiento se obtiene: PVC (cloruro de polivinilo), PE (polietileno), etcétera.

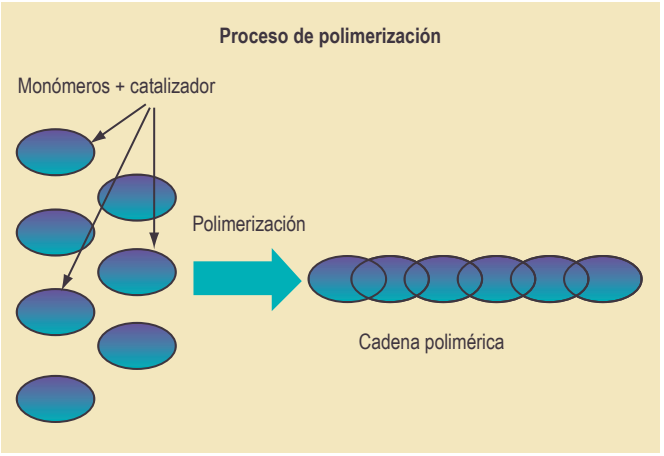


Figura 9.9. **Proceso de polimerización.**

La polimerización suele iniciarse añadiendo un acelerador de reacción (catalizador). Los catalizadores empleados con más frecuencia son los peróxidos (sustancias químicas de gran energía). Durante su almacenamiento exigen condiciones extremas de seguridad, como es el mantenerlos a baja temperatura.

El proceso de polimerización consta de tres fases:

- **Reacción de iniciación.** En ella se producen moléculas activadas en proporción suficiente para que inicien la reacción.
- **Crecimiento de la cadena.** Iniciada la reacción, se producen macrorradicales.
- **Reacciones de cierre.** Los macrorradicales no son estables y a medida que la cadena o macrorradical es suficientemente grande, va siendo más difícil que reaccione con otros monómeros, y más fácil que lo haga con impurezas o en anillo con el otro extremo de la cadena.

Los catalizadores positivos, aceleradores de la reacción, intervienen en la primera parte del proceso. Los

© Ediciones Paraninfo

catalizadores negativos o deceleradores de reacción se introducen en la última parte del proceso y sirven para concluir la polimerización en el grado deseado.

Los modificadores, que actúan en la fase de crecimiento, favorecen la formación de macromoléculas lineales para determinados tipos de plásticos o de macromoléculas ramificadas para otros.

9.2.2. Policondensación

Por este método se obtienen poliésteres y resinas fenólicas. En este proceso, dos moléculas diferentes reaccionan entre sí, lo que da lugar a uniones entre ellas mediante las que se forman macromoléculas y a la vez se obtienen unos subproductos no polimerizables, como por ejemplo, agua. Fue descubierto en 1910.

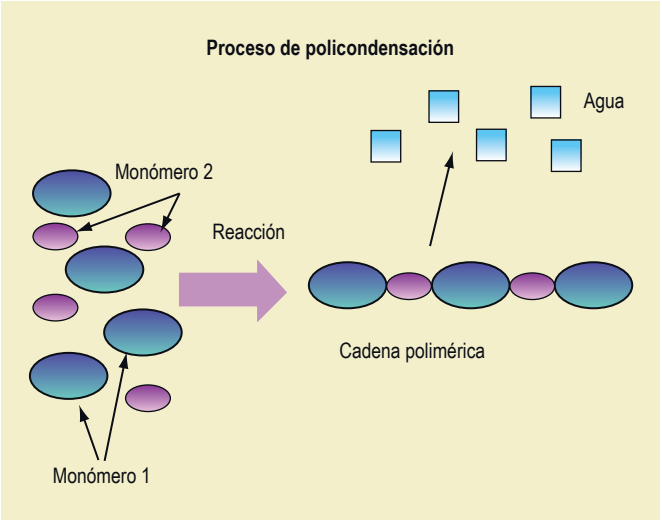


Figura 9.10. **Proceso de policondensación.**

Según los monómeros empleados, se obtienen materiales termoplásticos o termoestables.

En estas reacciones de condensación no se obtienen moléculas tan grandes como en la polimerización, ni a tan alta velocidad, puesto que el agua que se va formando retrasa la reacción.

9.2.3. Poliadición

A través de este método se pueden obtener productos con mejores propiedades físicas y mecánicas cuando se polimerizan simultáneamente dos o más monómeros. Fue descubierto en 1937.

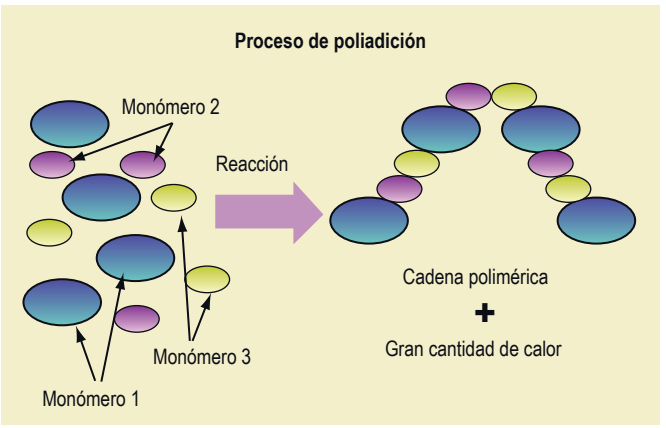


Figura 9.11. **Proceso de poliadición.**

Por ejemplo, si polimerizamos conjuntamente butadieno y estireno, obtendremos una variedad de caucho sintético.

Estas reacciones se desarrollan liberando también grandes cantidades de calor. Por este procedimiento se obtienen poliuretanos y resinas epoxídicas.

9.3. Tipos y aplicaciones de los plásticos en el automóvil

Para el conocimiento de las distintas variedades de materiales plásticos es necesario partir de tres grandes tipos de macromoléculas:

- Lineales del tipo de polietileno. Solo pueden formarse colocando un monómero detrás de otro en línea y sin ningún enlace doble.
- Lineales del tipo del butadieno. Iguales que las anteriores, pero con algún doble enlace que les da más resistencia.
- Estéreas o ramificadas, como la baquelita. Los nuevos enlaces covalentes que se forman dan lugar a una estructura estérea, formando un armazón rígido.

Las macromoléculas del grupo «a» dan lugar a los materiales termoplásticos, las del grupo «b» dan lugar a los elastómeros y las del grupo «c» dan lugar a los termoestables (resinas).

De ello se deduce que, en función de su estructura interna, los plásticos pueden clasificarse como: termoplásticos, termoestables y elastómeros.

© Ediciones Paraninfo

9.3.1. Termoplásticos

Los productos termoplásticos están formados por macromoléculas lineales o ramificadas, no entrelazadas. En general, son duros en frío y al calentarlos se reblandecen y fluyen.

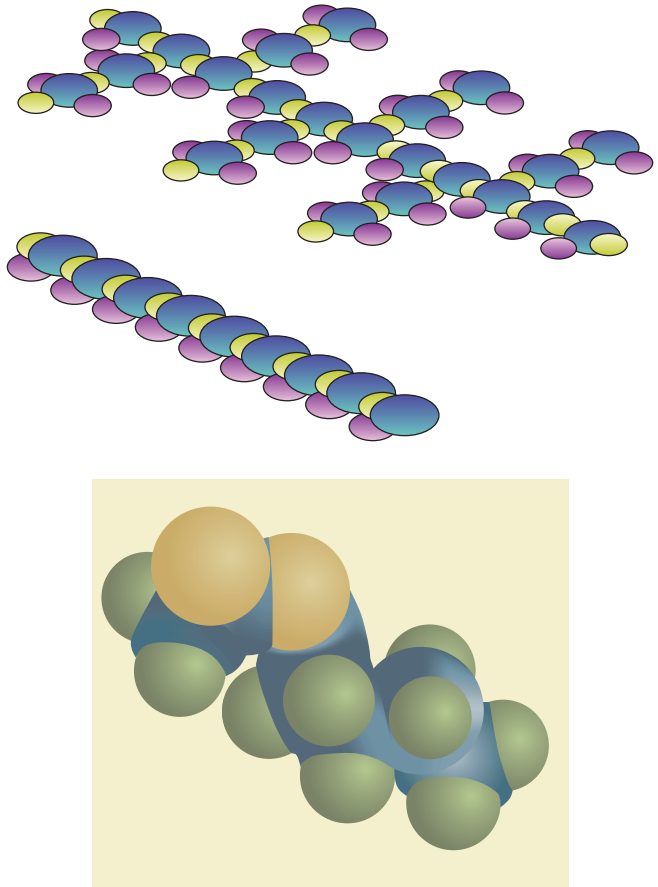


Figura 9.12. **Formas de macromoléculas de los termoplásticos. Lineales y entrelazadas.**

Sus propiedades mecánicas dependen en gran medida del grado de polimerización y del proceso mecánico de su preparación (trefilado, extrusión, etc.), en el que pueden alinearse y orientarse las moléculas para conseguir asociaciones regulares y orientadas en un determinado sentido de la fibra.

El proceso de calentamiento para darles forma y el posterior enfriamiento para que endurezcan con la forma deseada puede repetirse prácticamente de forma ilimitada.

Son termoplásticos el polietileno (PE), el cloruro de polivinilo (PVC), el poliesterol (PS), el polipropileno (PP), etcétera.

Clasificación y propiedades de los termoplásticos

Los materiales termoplásticos se pueden clasificar en:

- **Celulósicos.** Son materiales muy inflamables, obtenidos a partir de la celulosa de las plantas, mediante el proceso de esterificación que se realiza con:
  - — Ácidos. Obteniéndose acetato de celulosa y nitrato de celulosa, recubrimientos protectores, lacas, cuero artificial y productos moldeados por inyección.
  - — Sosa. Obteniéndose material textil por hilado del producto y películas mediante cilindros de laminar.
- **Polietilenos y derivados.** En esta familia de materiales podemos encontrar:
  - — Los obtenidos a partir del etileno (petróleo) y que dan como productos cloruro de vinilo, estireno (transparente como el vidrio y dieléctrico), óxido de etileno, acrilato de metilo, ácido acrílico, etcétera.
  - — Los obtenidos a partir del acetileno (derivado del etilenol), que dan como productos acetato de vinilo (adhesivos y fibras artificiales), alcohol vinílico, cloruro de vinilo, cloruro de vinilideno, nitrito acrílico, éster vinílico, etcétera.
- Los obtenidos a partir de la acetona y que dan como productos ácido metilacrílico y metacrilato de metilo.

Los polietilenos son resistentes a la mayoría de los agentes químicos. Se usan para aislamiento de cables eléctricos y para mangueras y tuberías. De ellos se obtiene el teflón, que es un producto muy resistente al desgaste, a la temperatura y al ataque químico.

Los poliestirenos se utilizan para la fabricación de piezas por moldeo. El producto puro, sobre todo libre de oxígeno, es transparente como el vidrio y se usa en iluminación, botellas, e incluso como sustituto de la mica (en láminas como material dieléctrico). A partir de ellos se obtienen plásticos más duros y cauchos sintéticos.

Entre los derivados, cabe destacar:

- Los derivados vinílicos, que dan lugar indistintamente a productos duros y blandos. Los duros se usan para forrar tanques de productos químicos, para fabricar reglas, cartabones, etc. Los blandos se usan como adhesivos, para fabricar fibras artificiales y productos resistentes a los disolventes.

© Ediciones Paraninfo

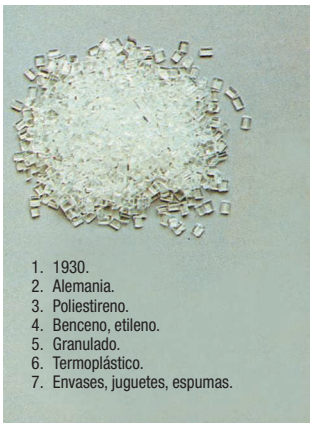


Figura 9.13. **Poliestireno.**

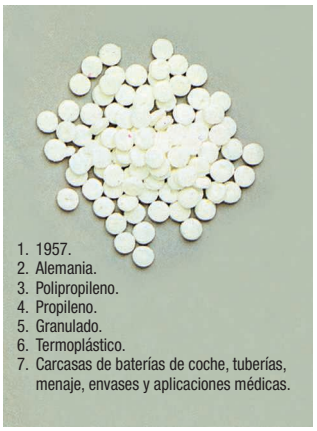


Figura 9.14. **Polipropileno.**

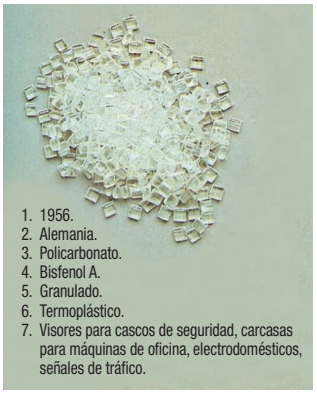


Figura 9.15. **Policarbonato.**

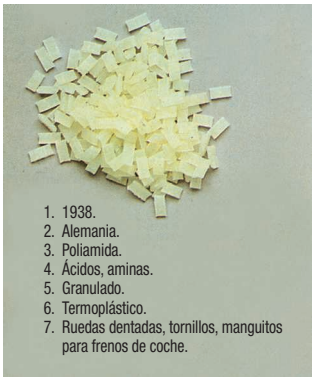


Figura 9.16. **Poliamida.**

- Los derivados acrílicos, que dan lugar al metacrilato de metilo y al «plexiglás», con muy buenas propiedades ópticas. Se pueden conformar, estampar y moldear, pero son blandos y no resisten el rayado.
- Los derivados de proteínas. Se encuentran en este grupo de termoplásticos, los productos sustitutivos del marfil y de la lana, obtenidos a partir de productos naturales como la caseína de la leche, y productos sintéticos como el nailon, «perlón V» y demás poliuretanos, que son muy resistentes al choque y se pueden mecanizar por moldeo.
- Los derivados del caucho natural. Del caucho, una vez clorado, se obtienen productos para lacas y pinturas de calidad. También se obtiene el clorhidrato de caucho, usado en el empaquetamiento de alimentos (lográndose cierres herméticos, dada la facilidad de este material para adherirse consigo mismo a 110 °C.

Termoplásticos más utilizados

Los termoplásticos más utilizados en el automóvil son:

- **ABS (acrilonitrilo-butadieno-estireno):**
  - — Propiedades: tiene buenas propiedades en cuanto a rigidez, tenacidad, estabilidad dimensional, resistencia a los productos químicos y buena calidad de las superficies.
  - — Usos: calandras y rejillas, interior del motor, estructuras de salpicaderos, tapacubos, *spoilers* y cantoneras, carenados de motos, etcétera.

Figura 9.17. **Debido a su alta resistencia a los agentes químicos, es utilizado en depósitos de líquidos del motor.**

- **ALPHA (ABS-policarbonato):**
  - — Propiedades: presenta buenas propiedades mecánicas y térmicas, es rígido, resistente al impacto y con buena estabilidad dimensional.
  - — Usos: *spoilers* y cantoneras, canalizaciones, rejillas, etcétera.

Figura 9.18. **Rejilla fabricada en ABS.**

© Ediciones Paraninfo

- **PA (poliamida):**
  - — Propiedades: también conocida como nailon, se fabrica en varias densidades. Es tenaz, resistente al desgaste y a los disolventes usuales.
  - — Usos: rejillas, revestimientos interiores, radiadores, retrovisores, etcétera.

Figura 9.19. **Revestimiento interior en PA.**

- **PC (policarbonato):**
  - — Propiedades: son materiales rígidos y duros con una excepcional resistencia al impacto. Son dimensionalmente estables, resistentes a la intemperie y al calor. Es combustible pero de carácter autoextinguible.
  - — Usos: paragolpes, revestimientos interiores, de pases de rueda, carenados de moto, etcétera.

Figura 9.20. **Guarnecidos de puertas.**

- **PE (polietileno):**
  - — Propiedades: es el polímero de mayor producción. Es resistente a los productos químicos y a las elevadas temperaturas. Tiene una gran resistencia a la tracción y al impacto. Es de los mejores aislantes eléctricos. Según el procedimiento de polimerización seguido, se distinguen dos variedades de este material:
    - Polietileno de baja densidad (PE bd): según el grosor, es más o menos flexible, pero nunca rígido (a no ser que haya sido reticulado). Es altamente resistente a los agentes químicos, tiene buena estabilidad térmica y no es tóxico. Se adapta de modo especial a los procesos de extrusión e inyección.
    - Polietileno de alta densidad (PE ad): es más rígido y posee una excelente resistencia a las altas temperaturas.
  - — Usos: baterías, paragolpes, revestimientos interiores, etcétera.

Figura 9.21. **Conjunto de baterías fabricadas en polietileno.**

- **PP (polipropileno):**
  - — Propiedades: tiene idénticas aplicaciones que el «PE ad», se comporta mejor que este en altas temperaturas pero peor en las bajas. Es buen aislante y muy resistente a la tracción y a la abrasión. Es fácilmente coloreable.
  - — Usos: similares al polietileno. Es el plástico más utilizado en el automóvil.

Figura 9.22. **Botonera de polipropileno.**

© Ediciones Paraninfo

- **PP-EPDM (etileno-propileno-dieno-monómero):**
  - — Propiedades: es elástico y absorbe con facilidad los impactos; es resistente a la temperatura y de buenas propiedades eléctricas. Resiste a los ácidos y disolventes.
  - — Usos: paragolpes, revestimientos interiores/exteriores, *spoilers,* cantoneras, etcétera.

Figura 9.23. **Revestimiento interior en madera y poliamida.**

- **PVC (cloruro de polivinilo):**
  - — Propiedades: resistente a la intemperie y la humedad, pero no a la temperatura, por lo que hay que añadirle diversos estabilizantes. Es dimensionalmente estable, se colorea con facilidad y es resistente a la mayoría de los ácidos. Cuando se descompone, desprende humo tóxico de cloruro de hidrógeno (agente cancerígeno).
  - — Usos: pisos de autocares, cables eléctricos, etcétera.

Figura 9.24. **Cableado eléctrico.**

- **XENOY (PC-PBTP) (policarbonato, poliéster termoplástico)**
  - — Propiedades: aunque de estructura rígida, son elásticos y tienen una gran resistencia al impacto.
  - — Usos: paragolpes, retrovisores, rejillas, revestimientos de pases de rueda, etcétera.

Figura 9.25. **Espejo retrovisor fabricado en poliamida.**

9.3.2. Termoestables o termoendurecibles

Se denominan así por no sufrir ninguna variación en su estructura al ser calentados; ni se reblandecen ni fluyen al ser sometidos a presión o a calor, siempre que no se llegue a la temperatura de descomposición.

Sus macromoléculas forman una red de malla cerrada que les confiere el ser materiales rígidos, insolubles e infusibles.

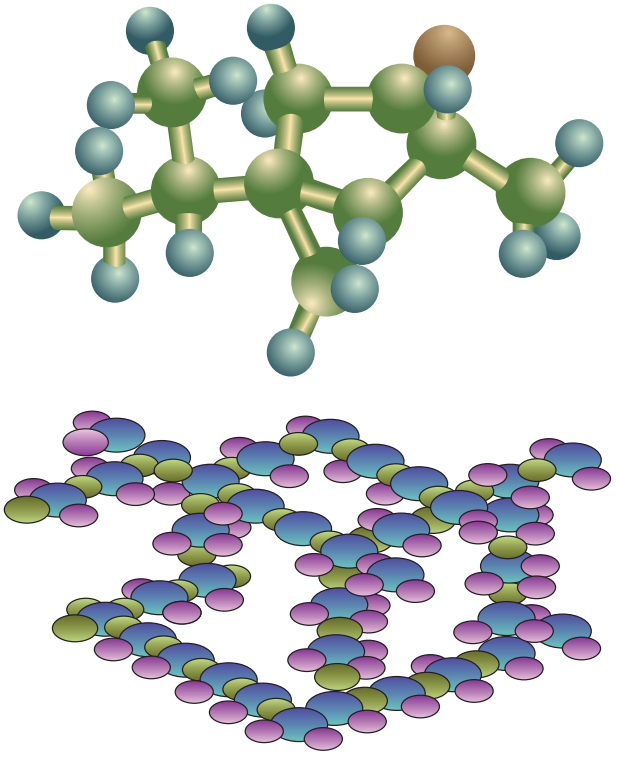


Figura 9.26. **Red de malla cerrada de los termoestables.**

© Ediciones Paraninfo

En su proceso de fabricación, la condensación se hace partiendo de diferentes núcleos de iniciación de la reacción y en cada núcleo se va extendiendo en todas direcciones, por lo que su estructura es amorfa pero formada por redes estéreas.

Entre los materiales termoestables se encuentran resinas fenólicas, resinas alquídicas, resinas de poliéster no saturadas, resinas epoxídicas, etcétera.

Clasificación y propiedades de los materiales termoestables

Una clasificación de los materiales termoestables y sus propiedades es la siguiente:

- **Derivados del fenol.** Su principal propiedad radica en su resistencia mecánica. Se utilizan para fabricar ruedas dentadas, cojinetes de giro y recubrimientos antiácidos. Mediante mezcla de la resina líquida con polvo de diamante, se fabrican piedras para el corte de metales y para el afilado de herramientas. Mezclando la resina con polvos magnéticos, pueden obtenerse imanes.
- **Urea y derivados.** Con ella se obtienen productos de gran tenacidad. Se emplean para fabricar vajillas, envases y material telefónico de lujo. Son resistentes al agua caliente, empleándose en planchas, para mostradores de cafeterías y mobiliario en general.
- **Poliésteres.** Se utilizan para fabricar tintas de imprenta, recubrimientos de tejidos, pinturas, esmaltes de estufa, etc. Pueden aplicarse a tejidos de vidrio, moldeando los productos a baja presión, se obtienen entonces piezas utilizadas con frecuencia en automóviles y aviación (que no absorben agua y son duras y resistentes a la flexión y al choque).
- **Termoestables reforzados.** Constituyen una subdivisión de los materiales termoestables, relativamente nueva. Consisten en la mezcla de polímeros resinosos con fibras naturales o sintéticas, de propiedades conocidas y en formas utilizables, obteniéndose una estructura conjunta que proporciona una solidez no comparable con otras formas naturales con peso equivalente. Como ejemplo, un laminado de resina epoxi reforzado con fibra de vidrio puede diseñarse y fabricarse con una relación de resistencia/peso nueve veces superior a una fabricada con acero. Así se pueden diseñar piezas o estructuras cuyas propiedades, en algún aspecto o en todos, son predecibles y controlables.

Termoestables más utilizados

Los termoestables que con más frecuencia se utilizan en el automóvil son:

- **GU-P (resinas de poliéster reforzadas con fibra de vidrio):**
  - Propiedades: son materiales rígidos, ligeros y de buenas propiedades mecánicas.
  - Usos: portones, capós, isotermos, carenados de motos, etcétera.
- **GFK (plásticos reforzados con fibra de vidrio):**
  - Propiedades: presentan una estructura formada por una resina termoendurecible y fibras de vidrio. Son de una gran fuerza, resistentes a la corrosión y la intemperie y de baja conductibilidad térmica. Las resinas utilizadas pueden ser poliésteres, epoxídicas y fenólicas. Debido a que tienen fibras incorporadas, no son soldables pero se pueden reparar.
  - Usos: paragolpes, canalizaciones o salpicaderos.
- **EP (epoxi-do) resina epoxi:**
  - Propiedades: son materiales duros, resistentes a la corrosión y a los agentes químicos, no originan encogimiento. Suelen presentarse en forma de dos componentes (bicomponente) que unidos producen el endurecimiento. Pueden ser muy irritantes para la piel.
  - Usos: se utilizan como adhesivos para los metales y para la mayoría de las resinas sintéticas.

Figura 9.27. **Fenol.**

Figura 9.28. **Resinas epoxi.**

Figura 9.29. **Piezas más habituales fabricadas en material termoplástico.**

© Ediciones Paraninfo

Propiedades comparativas entre los plásticos reforzados y otros materiales

En el siguiente cuadro se indican una serie de propiedades comparativas entre los plásticos reforzados y otros materiales:

Materiales/Propiedades	Peso específico	Resistencia a la tracción 10 kg/cm	Módulo de Young 10 kg/cm	Resistencia específica 10 m
Poliéster más tejido	1,7	3,5	0,196	29,4
Acero	7,8	8,75	2,03	16
Duraluminio	2,8	4,55	0,7	23,2
Nogal	0,8	1,4	0,161	25

Las propiedades del poliéster se modifican sustancialmente con el refuerzo de la fibra de vidrio, ya que ejerce una influencia muy marcada y compleja en el comportamiento de la materia plástica. Se produce entonces una interacción de tipo físico-químico entre la materia plástica y la fibra, que determina un considerable incremento de las propiedades mecánicas del material resultante, en cuanto a módulo elástico, resistencia a la tracción/compresión, resiliencia con entalla y resistencia térmica. Puede observarse en el gráfico comparativo de una materia plástica sin refuerzo y con un refuerzo del 30 % de fibra de vidrio.

- La curva 1, correspondiente a la materia plástica sin refuerzo, muestra que a partir de una determinada solicitación, el material deja de oponer resistencia a la fuerza y se alarga sensiblemente, deformándose hasta alcanzar el punto de rotura.
- La curva 2, correspondiente a la materia plástica con un refuerzo de fibra, sobre todo ha conferido al material una mayor rigidez (el material apenas se alarga, es decir, no se deforma).

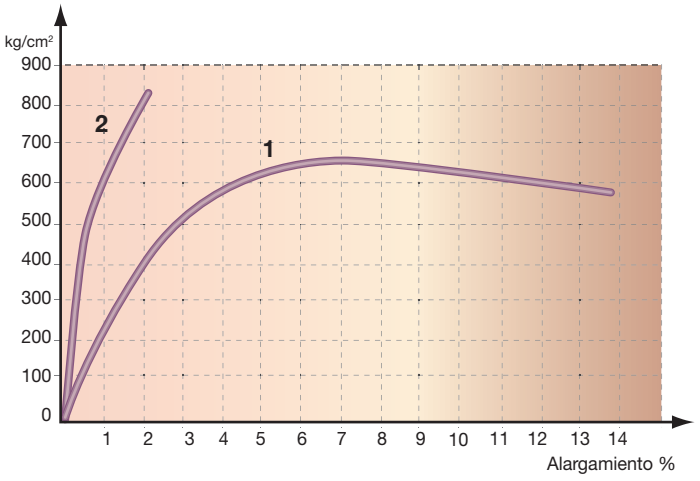


Figura 9.30. Gráfico de resistencia a la tracción de un plástico sin refuerzo (1) y otro con refuerzo de fibra del 30 % (2).

9.3.3. Elastómeros

Se caracterizan por ser blandos, elásticos y presentar cierta adherencia. Están formados por materiales macromoleculares que, en un amplio margen de temperaturas, pueden sufrir, sin rotura, deformaciones considerables bajo la acción de fuerzas relativamente pequeñas y recuperar posteriormente su longitud primitiva.

Sus macromoléculas, tridimensionalmente reticuladas (entrelazadas), no pueden volver a ser moldeadas. Forman una red de malla abierta y los plásticos que se obtienen son elásticos como la goma.

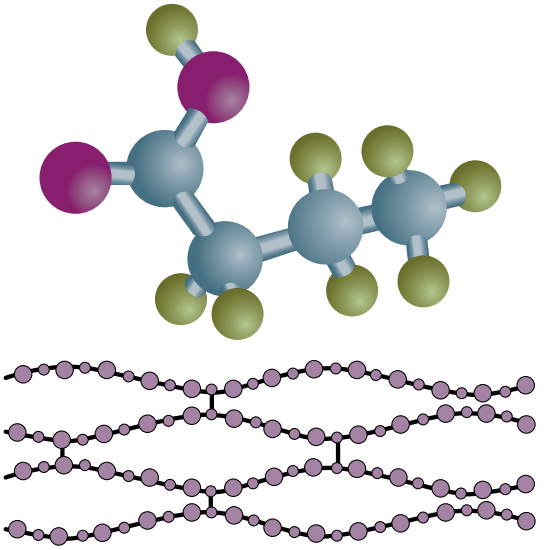


Figura 9.31. Los elastómeros forman una red de malla abierta.

Esto es debido a que sus moléculas, de estructura lineal y formando largas cadenas, se comportan como hilos curvados en todas direcciones, colocados como formando un ovillo. Al estirar el material, las moléculas (hilos) se alinean y al disminuir la tensión vuelven a formar ovillos, con lo que el plástico recupera su forma original.

© Ediciones Paraninfo

La rigidez del conjunto puede aumentar cuando algunas moléculas son ramificadas, es decir, cuando la polimerización se hace no solo por los extremos de la molécula, sino por alguno de los carbonos intermedios.

Al calentar los elastómeros no se observa una fluidez plástica como en el caso de los termoplásticos, sino que permanecen elásticos hasta el momento de su descomposición térmica.

Figura 9.32. **Poliuretano.**

Entre los elastómeros se encuentran los cauchos naturales y sintéticos, el poliuretano (PUR), etcétera.

Clasificación de los materiales elastómeros. Propiedades

Una clasificación de los materiales elastómeros y sus propiedades es la siguiente:

- **Caucho natural.** Goodyear descubrió la vulcanización del caucho, de la que se obtenía un producto pegajoso y quebradizo en frío pero blando y deformable en caliente. Se utilizaba en fabricación de productos elásticos en general.
- **Caucho sintético.** Partiendo de neopreno, polibutadienos, acronitrilos, etc., se obtienen por copolimerización objetos elásticos, juntas y membranas que tienen un típico olor picante.

Las propiedades de un material elastómero están determinadas por el caucho base, los componentes de la mezcla y el grado de vulcanización. Sus principales características son las siguientes:

- Elevada resistencia mecánica.
- Resistencia a la fatiga y abrasión.
- Gran resistencia a los ataques de agentes químicos y atmosféricos.
- Amplio margen de temperaturas de uso.
- Silenciosos en su funcionamiento.
- Gran facilidad de moldeo.

Figura 9.33. **Neumático con componentes de caucho.**

Elastómeros más utilizados

Los elastómeros que con más frecuencia se utilizan en el automóvil son:

- **PU (poliuretano) y PUR (poliuretano rígido):**

— Propiedades: son la base de diversos elastómeros. Poseen una excelente resistencia a la abrasión y una notable resistencia al desgarramiento. Son muy resistentes al aceite y la gasolina, absorben perfectamente las vibraciones, y son además grandes aislantes térmicos. El poliuretano conforma también la base del material denominado RIM (poliuretano de reacción moldeado por inyección) y del R-RIM (poliuretano RIM reforzado).

— Usos: cantoneras, revestimientos interiores, asientos, etcétera.

Figuras 9.34. **Interior de un asiento con componentes de poliuretano.**

© Ediciones Paraninfo

9.4. Aditivos

La mayoría de los plásticos son frágiles, transparentes e incoloros. Los aditivos permiten modificar estas propiedades y conferir a los plásticos otras propiedades en función del aditivo añadido en el proceso de fabricación. Los compuestos químicos de diversa naturaleza que se añaden al producto base (polímero) en porcentajes mejoran determinadas características.

Los principales tipos de aditivos son:

- **Lubricantes.** Se añaden para poder trabajar el material con más facilidad.
- **Estabilizadores.** Se añaden para mejorar la estabilidad química del polímero a lo largo del tiempo y protegerlo del calor, la luz y el oxígeno.
- **Absorbentes de rayos uva.** Absorben las radiaciones ultravioletas reduciendo la posibilidad de que estas ataquen al plástico.
- **Plastificantes.** Su función en las materias plásticas consiste en adaptar la flexibilidad y elasticidad del producto fabricado a los requisitos de utilización de este.
- **Cargas.** Son sustancias que, al incorporarlas a la materia plástica, interactúan con las resinas y modifican las características del material, y lo hacen más apto para su empleo.
- **Colorantes y pigmentos.** Las materias plásticas pueden adquirir tonalidades diferentes, utilizando colorantes y pigmentos adecuados, que permiten conseguir una gama de tonos casi ilimitada.
- **Refuerzos.** Se introducen en forma de fibras en la matriz polimérica, tanto termoendurecible como termoplástica, en proporciones que van del 7 % al 50 %. El más utilizado es la fibra de vidrio, aunque también se emplean otras fibras distintas según las exigencias. Sus principales características son:
  - Excelente comportamiento ante la corrosión.
  - Magníficas propiedades mecánicas, tanto a la tracción como a la compresión, la flexión y la resistencia al impacto.
  - Inertes al agua y a agentes químicos diversos.
  - Excelentes acabados.
  - Precios económicos respecto a otros tipos de fibras.

La siguiente tabla compara distintos tipos de fibras: ventajas, inconvenientes, las principales aplicaciones y su desarrollo.

Comparativa	Vidrio	Carbono	Aramida (kevlar)	Boro
Ventajas	Relación peso/ prestaciones mecánicas muy interesantes	Excelente resistencia a la rotura por tracción y compresión. Elasticidad. Resistente a la humedad	Buen comportamiento al choque y a la tracción. Resistencia. química. Volumen limitado	Buen comportamiento al choque y elasticidad muy elevada
Inconvenientes	Elevadas prestaciones mecánicas específicas	Precio elevado. Aplicación delicada. Escasa resistencia al choque	Escasa resistencia a la compresión. Dificultad en la elaboración de las piezas	Masa volumétrica elevada. Aplicación muy delicada
Principales aplicaciones	Parachoques, electricidad, deportes, industria, edificación, carrocerías	Industria aeroespacial, armamento nuclear, deporte	—	Aeronáutica militar
Desarrollo	Numerosas posibilidades en función del grado de mecanización	Estructuras principales de aviones, armazones, automóviles	—	—

© Ediciones Paraninfo

En los últimos años se ha desarrollado una fibra denominada zylon que puede considerarse como la más resistente. Su elaboración se consigue mediante la mezcla de un polímero denominado «PBO» (para fenileno benzobisoxazol), forzándolo a través de una máquina giratoria. Como dato, baste decir que la resistencia del zylon es cerca de diez veces mayor que la del acero (un hilo de tan solo 1 mm de espesor, puede sostener un objeto de 450 kg de peso), cuenta con una excelente resistencia al fuego (soporta temperaturas de hasta 650 °C) y es más resistente al impacto que el propio acero.

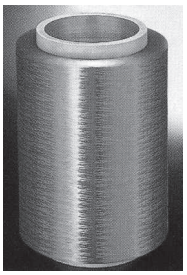
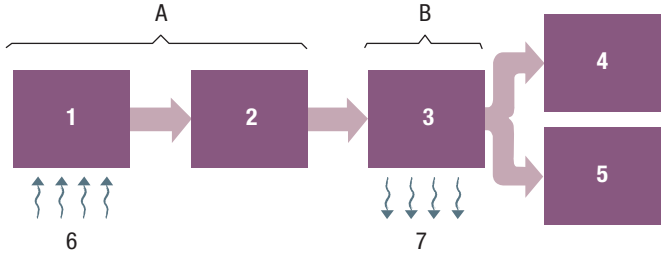


Figura 9.35. **Fibra de zylon.**

9.5. Procesos de conformado en los termoplásticos

Los métodos de fabricación de plásticos son distintos según sea la naturaleza del material: termoplástico o termoestable.

Normalmente, la materia prima se suministra en forma de gránulos, polvos, fluidos (más o menos viscosos) o de productos semielaborados, a los que se aplica calor externamente para darles una consistencia pastosa o para fundirlos. A continuación, la masa se conforma mediante un molde para darle la forma deseada. Una vez enfriada la masa, se obtiene la forma definitiva de la pieza. Las piezas defectuosas y los residuos pueden reciclarse.



1. Gránulos, polvos o productos semielaborados.
2. Producto fundido o pastoso.
3. Conformación del objeto.
4. Piezas, láminas o perfiles.
5. Residuos reciclables.
6. Aporte de calor.
7. Plastificación.

A. Plastificación.
B. Estampación.

Figura 9.36. **Esquema del proceso de fabricación de un material termoplástico.**

Figura 9.37. **Materias primas utilizadas en la elaboración de termoplásticos.**

9.5.1. Procesos de conformación

Dentro de este apartado se desarrollan los distintos procesos de elaboración de las piezas de plástico que actualmente se utilizan en el automóvil. Estos procesos son:

- Conformado por estampación.
- Conformado por molde giratorio.
- Extrusión.
- Extrusión soplado.
- Inyección.
- Calandrado.
- Espumación.
- Moldeo con inyección de la resina.
- Moldeo por contacto manual.
- Moldeo a presión en caliente.
- Fabricación de la fibra de vidrio.

9.5.2. Conformado por estampación

Con este procedimiento la pieza se conforma mediante embutición clásica o por presión, aspirando el aire (método termoneumático por vacío o por hinchamiento).

El calentamiento del material se realiza por infrarrojos y requiere bastante tiempo (aproximadamente de 2 a 10 minutos por milímetro de espesor). El enfriamiento se realiza insuflando aire. Para el acabado de la pieza hay que recortar las aristas.

Este procedimiento se utiliza para fabricar elementos de grandes dimensiones como revestimientos del salpicadero, paneles de puerta, aletines posteriores, etc. Los materiales empleados son compuestos de estireno y sus copolímeros, acrílicos, vinílicos, celulósicos, polipropileno y polietileno.

© Ediciones Paraninfo

Figura 9.38. **Panel de puerta y salpicadero.**

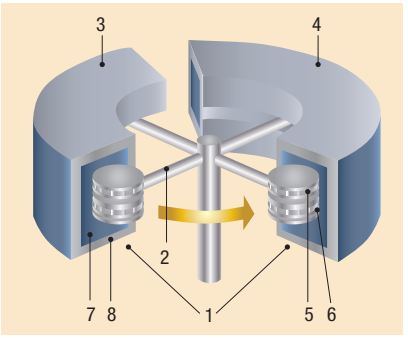
La siguiente tabla resume sus ventajas e inconvenientes:

Ventajas	Inconvenientes
Moldes de bajo coste y tiempos cortos de preparación	Considerable cantidad de residuos
Piezas de grandes dimensiones	Tolerancias grandes
Rapidez y economía en la confección de prototipos	Espesor inconstante
	Desgranamiento de las roturas superficiales
	Influencia del estiramiento del material en la estabilidad dimensional

9.5.3. Conformado por molde giratorio

Este tipo de proceso de fabricación permite obtener capas de espesor uniformes proyectando cantidades de materia prima, previamente calculadas, en las paredes internas de los moldes cóncavos giratorios muy calientes (con aire o aceite caliente entre 250 °C y 300 °C).

Permite obtener cuerpos cóncavos de una sola pieza, incluso con formas muy complejas. Los materiales empleados son polipropileno, poliamida o polietileno en forma de polvo o gránulos.



1. Zona de carga y extracción de piezas.
2. Brazos giratorios.
3. Horno de calentamiento.
4. Zona de enfriamiento.
5. Portamoldes.
6. Moldes.
7. Revestimiento.
8. Abertura.

Figura 9.39. **Conformado con molde giratorio.**

Las ventajas e inconvenientes se resumen en la siguiente tabla:

Ventajas	Inconvenientes
Libertad de forma exterior	Superficie interna no controlable
Ausencia de zonas de unión fluidas	Limitada selección de materiales
Costes de inversión moderados	Largo tiempo de ciclo
Posibilidad de fabricar prototipos	—

9.5.4. Extrusión

Mediante este proceso se fabrican productos semielaborados que se someten a un acabado posterior para eliminar imperfecciones antes de ser utilizados.

El proceso se inicia dentro de un cilindro sometido a temperatura, en el que un tornillo sin fin empuja la masa a moldear hacia adelante, la comprime, la reblandece y la homogeneiza.

En el final del recorrido del tornillo sin fin, el cabezal confiere a la masa plastificada la forma adecuada al producto que se desea fabricar, como perfil de tubería, de hoja, de plancha, etcétera.

Mediante este proceso se obtienen tubos (para la refrigeración del motor, de combustible, de conducción eléctrica, etc.), frenos, aislantes eléctricos, etcétera.

© Ediciones Paraninfo

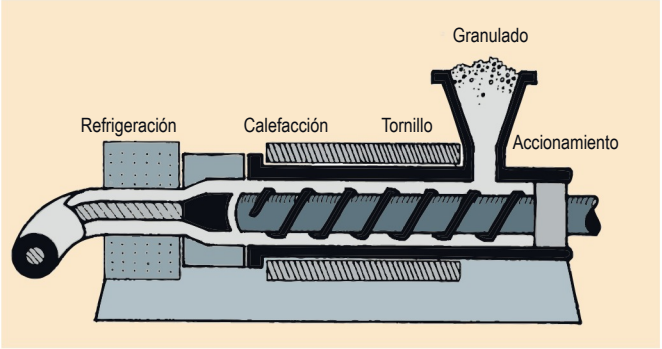


Figura 9.40. **Figura de una extrusora.**

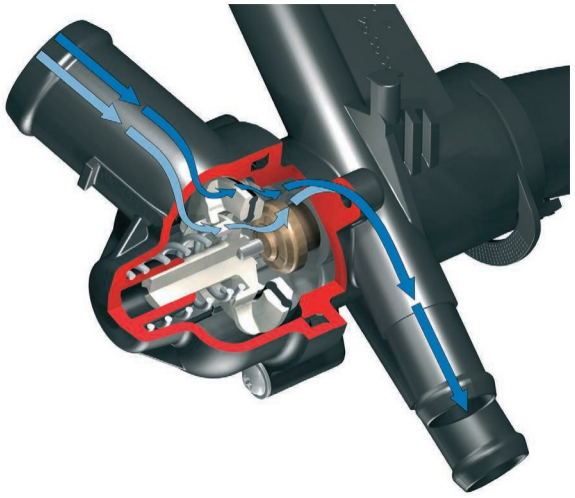


Figura 9.41. **Conjunto de elementos fabricados por una extrusora.**

9.5.5. Extrusión soplada

Este procedimiento se utiliza principalmente para la fabricación de cuerpos huecos. Para ello, una extrusora coloca el cuerpo plastificado y tubular entre dos mitades de un molde. A continuación, este se cierra soldando por pinzamiento uno de los extremos, e inyecta aire a presión por el otro, adaptándose a las paredes refrigeradas del molde. En ese momento la materia plástica toma la figura del molde, ahuecándose en su interior. Mediante este procedimiento pueden fabricarse piezas del automóvil como los depósitos de combustible.

9.5.6. Inyección

Este es el método más utilizado para la producción de componentes de automóviles, ya que permite obtener objetos inmediatamente utilizables y fabricados sin apenas producir residuos.

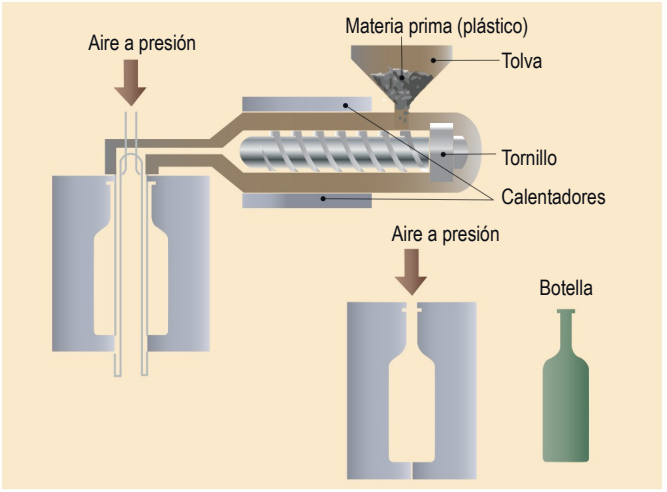


Figura 9.42. **Proceso de fabricación por extrusión soplada.**

Figura 9.43. **Depósito de combustible.**

El proceso consiste en calentar el material termoplástico (que se encuentra en forma de gránulos) para hacerlo «plástico», en un cilindro especial denominado «cilindro de plastificación» e inyectarlo a continuación en las cavidades de un molde, en el que adquiere el plástico la forma deseada.

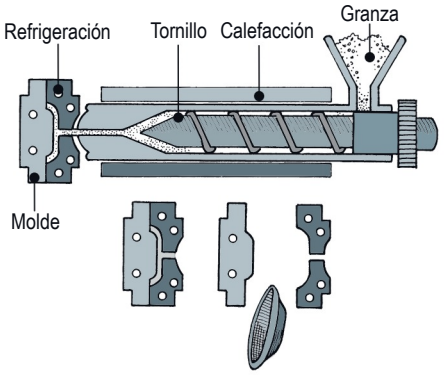


Figura 9.44. **Calentamiento del plástico e inyección de este en el molde.**

© Ediciones Paraninfo

La temperatura del molde se controla por un termostato (baja temperatura) para conseguir una rápida solidificación del material. La duración del ciclo de trabajo del mecanismo de inyección depende del tipo de resina utilizada y de la configuración de la pieza (desde unos segundos a varios minutos).

El molde puede ser de una o de varias cavidades, según las dimensiones de las piezas fabricadas con él y los volúmenes de producción.

Salvo en casos excepcionales, las piezas salen del molde prácticamente terminadas.

Los materiales utilizables son todos los productos termoplásticos y pueden fabricarse componentes como salpicaderos rígidos, paragolpes, guarniciones elásticas, electroventiladores, apoyabrazos, ópticas, ventiladores, etcétera.

Figura 9.45. **Aplicaciones por el método de inyección.**

Las ventajas e inconvenientes más significativas de la fabricación de piezas mediante este procedimiento pueden resumirse en la siguiente tabla:

Ventajas	Inconvenientes
Grandes series	Elevado coste del molde
Tolerancias estrictas	Largos tiempos de producción
Espesores bien controlados	Las condiciones del proceso y el molde influyen en las propiedades y la estética del producto
Utilizable en todos los termoplásticos	—

9.5.7. Calandrado

Con este proceso se fabrican, fundamentalmente, láminas de PVC y de tejidos recubiertos utilizados para la protección del interior de automóviles, adhesivos decorativos y revestimientos de suelos de autocares.

El método consiste en calentar el material a la temperatura adecuada y laminarlo entre dos o más rodillos para formar una lámina continua.

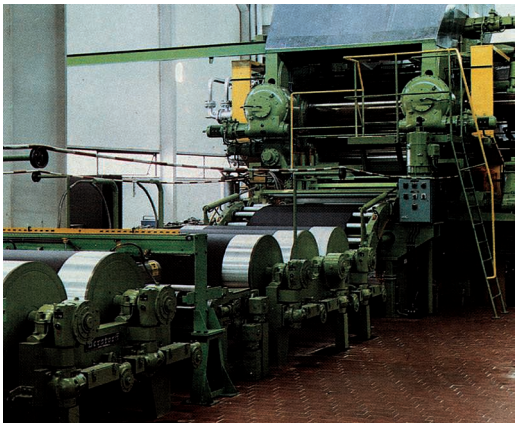


Figura 9.46. **Proceso de fabricación de calandrado.**

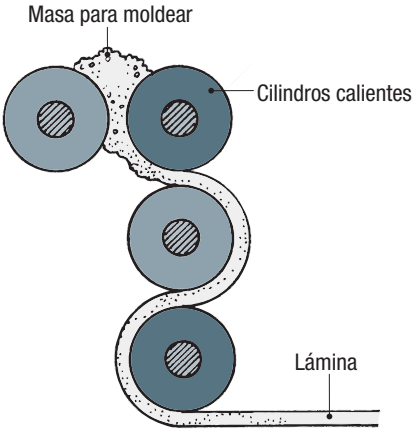


Figura 9.47. **Calandra.**

© Ediciones Paraninfo

Figura 9.48. **Adhesivo decorativo.**

9.5.8. Espumación

Para comprender este procedimiento, basta con imaginar la espuma que produce la cerveza o la lavadora. Mediante este método de producción, las piezas se pueden obtener por varios procesos: introduciendo aire en el plástico de origen, por insuflado y agitación o añadiendo al plástico un agente espumante.

Su importancia dentro del mundo de la automoción es cada vez mayor, debido a que muchos plásticos admiten este proceso de espumación y a su bajo coste. Además, los componentes se obtienen posteriormente por inyección, extrusión o calandro, puesto que no se necesita un proceso de fabricación especial.

Figura 9.49. **Elementos fabricados por espumación.**

9.6. Proceso de conformado en los termoestables (termoendurecibles)

9.6.1. Generalidades

Las resinas de poliéster insaturado son las materias primas utilizadas para el moldeo de materiales termoestables. Se obtienen por policondensación de un diácido (maleico, ftálico, etc.) con un dialcohol (etilenglicol, propilenglicol) y un monómero insaturado (estireno).

Las resinas así obtenidas son líquidos viscosos de color ámbar, que en lugar fresco y preferentemente en la oscuridad, se conservan varios meses con la ayuda de estabilizadores que se incorporan en la fabricación.

El curado o endurecimiento de las resinas de poliéster tiene lugar mediante mecanismos de polimerización vinílica por radicales libres que activan los dobles enlaces de las cadenas de poliéster y de las moléculas de estireno. Los radicales son proporcionados por el sistema endurecedor (catalizador + activador).

Durante el proceso de curado se desarrolla una gran cantidad de calor y no hay desprendimiento de producto alguno.

9.6.2. Material de refuerzo

El refuerzo que se emplea para mejorar la resistencia del poliéster es la fibra de vidrio, que se puede presentar de las siguientes formas:

- Tejido de varios gramajes.
- *Mat* de distintos espesores (300, 375, 450 y 600 g/m^2). El *mat* es el refuerzo más empleado en los estratificados a mano, aunque con frecuencia se alterna con tejido.
- *Roving*. Son mechas de hilos continuos que forman un haz sin torsión.

El consumo de resina se determina en función del refuerzo empleado y de la calidad de este. De este modo, para impregnar 1 kg de *mat* se necesitan unos 2,5 kg de resina, mientras que la misma cantidad de tejido tan solo necesita 1 kg de resina.

© Ediciones Paraninfo

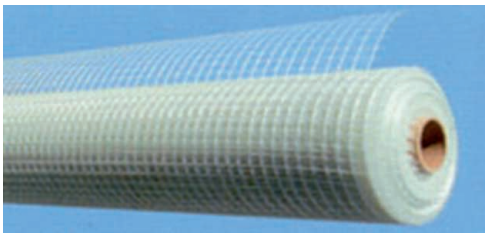
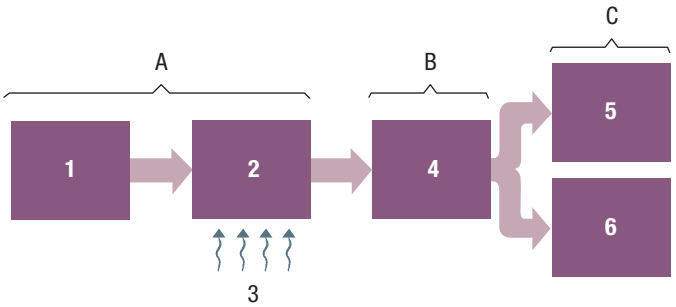


Figura 9.50. **Rollo de tejido utilizado en el estratificado.**

La conformación de la pieza, que se realiza por moldeo, tiene lugar antes o durante la reacción química que conduce al endurecimiento. La pieza se extrae del molde cuando se considera que se ha realizado el 90 % del proceso de catalización. Los residuos del moldeo se pueden recuperar.



1. Polvo, gránulos, líquidos o pasta.
2. Endurecedor o catalizador.
3. Calor.
4. Conformación del objeto.
5. Piezas.
6. Residuos no recuperables.

A. Reacción química.
B. Moldeo.
C. Nuevas moléculas.

Figura 9.51. **Esquema de moldeo de material termoestable.**

9.6.3. Consideraciones

Algunas consideraciones a tener en cuenta son las siguientes:

- Las resinas de poliéster contienen hidrocarburos volátiles inflamables, por lo que se deben seguir las normas de seguridad habituales.
- Para efectuar un estratificado conviene tener a mano un recipiente con un disolvente (acetona) para ir limpiando los utensilios utilizados antes del endurecimiento de la resina.
- Conviene añadir primero el acelerador y una vez disuelto añadir el catalizador agitando la mezcla hasta su perfecta homogeneización.
- El catalizador y el acelerador no deben mezclarse entre sí ya que puede producirse una reacción explosiva.

9.6.4. Moldeo por contacto manual

Una vez preparado el molde, con la superficie perfectamente lisa, se aplican 3 o 4 manos de cera desmoldeante. Si el molde está usado, la cera se aplicará periódicamente.

Sobre la superficie encerada se aplica, por medio de una pistola o a mano con una esponja, una pequeña cantidad de alcohol polivinílico, que una vez seco formará una fina película desmoldeante.

A continuación se aplica un *gelcoat,* que es básicamente una resina tixotrópica y pigmentada que formará la superficie de la pieza y evitará que aparezcan las fibras de vidrio. Esta aplicación puede hacerse a brocha o a pistola formando una capa de un espesor uniforme de unos 0,5 mm. El endurecimiento del *gelcoat,* sobre el molde debe producirse en un tiempo de unos 30 minutos, para lo que se recomienda utilizar una proporción de catalizador entre el 1,5 % y el 2 %, ya que el acelerador suele incorporarse a la resina durante el proceso de fabricación.

La capa de *gelcoat* debe tener una consistencia sólida, pero debe estar algo pegajosa al tacto para proceder al estratificado del poliéster con fibra de vidrio.

Los trozos de refuerzo de vidrio (*mat* o tejido) pueden realizarse mediante la confección de plantillas de papel con la forma de las superficies a recortar.

Puede emplearse también *roving* (mechas de hilos de vidrio) para refuerzos unidireccionales.

Una vez preparado el material de refuerzo se prepara la resina de poliéster según la siguiente formulación porcentual en peso:

- Resina de poliéster . . . . . 100 %
- Agente tixotrópico . . . . . 0-2 %
- Pigmentos . . . . . 0-3 %
- Acelerador . . . . . 0,1-0,3 %
- Catalizador . . . . . 1,5-2,0 %

Los aditivos se emplean en los siguientes casos:

- **Aditivos.** En superficies verticales para evitar que se descuelgue la resina.
- **Pigmentos.** Puede añadirse un pigmento siempre que queramos que la resina se quede opaca y de un determinado color. Sobre todo se aplica en la primera capa de refuerzo que va a continuación del *gelcoat* con un color igual al de este para que el resultado sea más uniforme, corrigiendo las desigualdades en el poder cubriente del *gelcoat*.

© Ediciones Paraninfo

Confección del estratificado

Sobre el *gelcoat* se aplica una capa abundante de resina y a continuación se coloca un refuerzo de vidrio. Con una brocha o con rodillo metálico acanalado o de cerdas duras se consigue que el vidrio se impregne totalmente de resina y se eliminan las burbujas de aire, a continuación se sigue superponiendo capas de resina con vidrio hasta conseguir el espesor del estratificado requerido.

La unión de dos trozos de refuerzo debe hacerse solapando unos 3 cm como mínimo. Cuando la superficie del molde tiene curvaturas pronunciadas, conviene dar pequeños cortes al *mat* o al tejido de manera que faciliten la deformación y se adapte a la curvatura.

Es recomendable emplear un *mat* de 300 g/m^2 o 375 g/m^2 sobre la capa de *gelcoat*. Si se emplea en primer lugar un tejido o *mat* grueso, es posible que se pueda ver su relieve a través del *gelcoat*. Tampoco deben colocarse dos capas de tejido consecutivas, ya que si se coloca una capa de *mat* entre ellas, aumentará la adherencia entre estas y la solidez del conjunto.

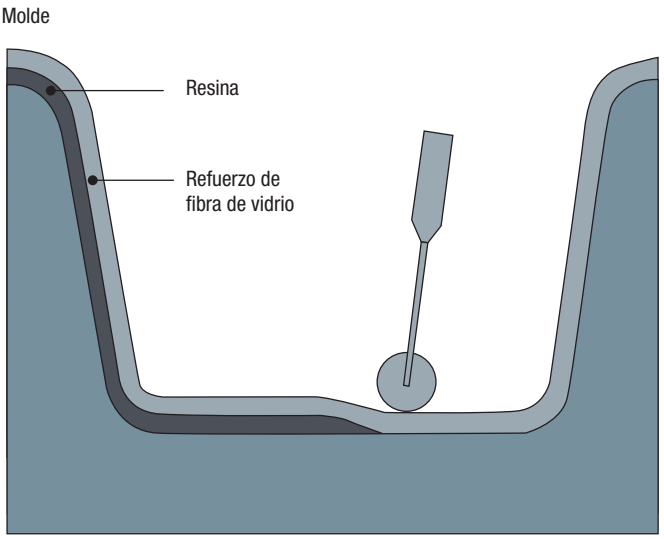


Figura 9.52. Moldeo de materiales termoendurecibles por contacto manual.

Una vez endurecido el estratificado se procede a su desmoldeo. Por los bordes del modelo pueden rebasar los extremos del refuerzo de vidrio más o menos impregnados en resina. Estas partes sobrantes deben eliminarse antes del total endurecimiento con un cuchillo de hoja afilada, pues resulta más cómodo que emplear discos abrasivos una vez endurecido el estratificado.

Para iniciar el desmoldeo se introducen cuñas de madera entre el molde y la pieza, y se evitan los objetos metálicos que pueden rayar el molde.

Para evitar deformaciones, la pieza no debe extraerse hasta que no esté completamente endurecida. El tiempo de polimerización puede reducirse calentando el estratificado en estufa a 50 °C o 60 °C.

Este sistema de moldeo es el más sencillo de todos. Su empleo permite adecuar el tipo y el número de capas de refuerzo, que pueden ser de distinto tipo, a las exigencias de la pieza a fabricar, ya que la extensión en el molde y la impregnación con las resinas de refuerzo se realizan a mano. Las resinas utilizadas son poliésteres, generalmente en solución de estirol.

El acelerador por sí solo no provoca la polimerización, por lo que con frecuencia se aporta incorporado a la resina, acortando el tiempo de almacenaje 2 o 3 meses. El catalizador, por el contrario, ha de añadirse inmediatamente, antes de aplicar la resina.

Las ventajas e inconvenientes de este tipo de moldeo se indican en la tabla siguiente:

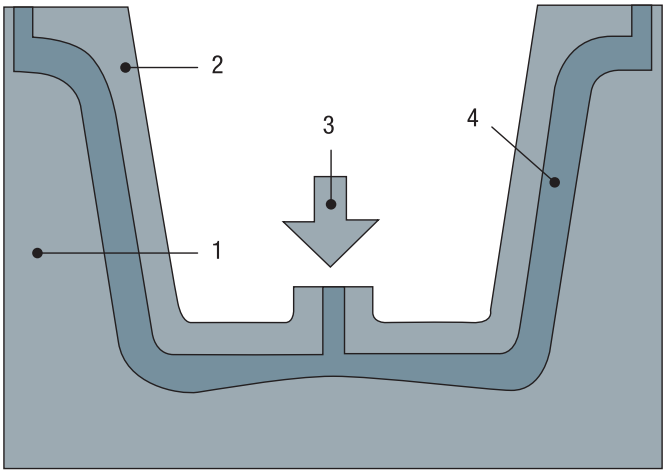
Ventajas	Inconvenientes
Sencillez del método de producción	Solo se obtiene una superficie acabada
Empleo de moldes de bajo coste	Influencia de la destreza del trabajador en el resultado final
Ninguna limitación de dimensiones	Lentitud del ritmo de producción
Máxima flexibilidad de diseño	—
Posibilidad de introducir variaciones en el diseño	—
Utilización de un equipo mínimo	—
Posibilidad de introducir *gelcoat* que no requiere operaciones de pintura posteriores	—

9.6.5. Moldeo con inyección de la resina

En este caso, el moldeo de la pieza se realiza inyectando resina líquida a baja presión en el interior de un molde cerrado en el que se ha introducido en seco previamente un refuerzo de fibra de vidrio.

© Ediciones Paraninfo

Este sistema presenta la ventaja de permitir un mayor grado de mecanización (las máquinas de inyección pueden alimentar varios moldes simultáneamente), un mejor control de la impregnación y del espesor, y una mayor economía, ya que las dimensiones de la pieza son importantes.



1. Molde. 2. Contramolde. 3. Resina. 4. Refuerzo de fibra de vidrio

Figura 9.53. Moldeo por inyección de resina.

Las resinas que se utilizan son poliésteres, formulados de manera que presenten una baja viscosidad y un gran poder humectante, una elevada tensión superficial para eliminar la inclusión de burbujas de aire, un tiempo de gelidificación controlado en función de la duración de la inyección, un endurecimiento rapidísimo y una baja contracción.

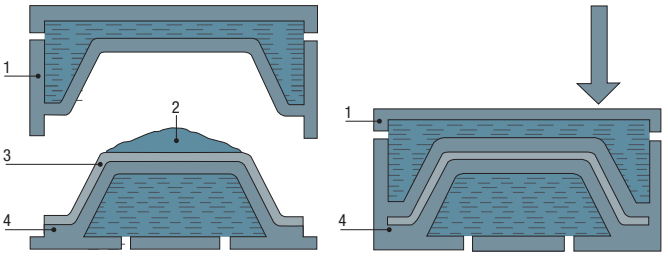
Las ventajas e inconvenientes del empleo de esta tecnología se indican en la tabla siguiente:

Ventajas	Inconvenientes
Superficies lisas en ambas caras	Necesidad de equipos adecuados para el desplazamiento de moldes
Ausencia de burbujas de aire en la pieza	Espesor mínimo obtenido no inferior a 1,8-2 mm
Posibilidad de obtener espesores diferenciados	—
Automatización del proceso	—
Extrema higiene del proceso de trabajo	—

9.6.6. Moldeo a presión en caliente

Este procedimiento se utiliza para el moldeo de elementos de plástico reforzados con fibra de vidrio, cuando la producción de grandes series justifica el elevado coste de los equipos.

En este sistema se emplean moldes calentados, montados en prensas hidráulicas. Los componentes de refuerzo pueden utilizarse por separado (*mat*, tejidos de vidrio y resina líquida) o como preimpregnados utilizables sin necesidad de pasar por las fases preliminares.



1. Contramolde calentado. 2. Resina. 3 Refuerzo de fibra de vidrio. 4. Molde calentado.

Figura 9.54. Proceso de fabricación por presión en caliente.

Este sistema, además de permitir un elevado ritmo de producción, ofrece una serie de ventajas, entre las que cabe citar la elevada calidad de los componentes que se obtienen, la eliminación de las operaciones de acabado, una óptima reproducción y una gran resistencia mecánica.

Las resinas normalmente utilizadas son poliésteres de formulación especial, aunque también pueden resultar idóneas para esta aplicación otras resinas con o sin disolvente.

Las ventajas e inconvenientes de este tipo de moldeo se indican en la tabla siguiente:

Ventajas	Inconvenientes
Óptimo aspecto superficial	Elevado coste de los equipos y moldes
Baja contracción de las piezas fabricadas	Empleo limitado de piezas con concavidades, a menos que se utilicen moldes desarticulables, con los cuales son visibles las líneas de unión
Combinación de las piezas fabricadas con *mat* o con premezclados con masa	—
Permite fabricar piezas de medianas y grandes dimensiones, incluso con pequeño espesor	—

© Ediciones Paraninfo

9.6.7. Moldeo con siliconas

Para la fabricación de moldes de piezas delicadas o de precisión, existe otro procedimiento consistente en utilizar productos de caucho de silicona altamente resistente. En el molde de silicona curada pueden colarse diversos materiales, siendo los más usuales las resinas de poliéster y el poliuretano.

El material base es de dos componentes, consistente en una base que, al mezclarla con el catalizador, se cura a temperatura ambiente mediante una reacción de condensación.

Las ventajas que aporta la utilización de este método son:

- Elevada fluidez y tiempo de trabajo prolongado para moldes complejos.
- Excelentes propiedades de desmoldeo.
- Alta resistencia al desgarro para originales complicados y cavidades profundas.
- Puede hacerse tixotrópico (no fluido) para la reproducción de superficies verticales.
- Catalizadores opcionales para aplicaciones especiales.

9.7. Materiales compuestos

Como se ha mencionado anteriormente, en la industria del automóvil se utilizan actualmente tres tipos de fibras: de vidrio, de carbono y sintéticas (como el kevlar, el nomex, etc.). Aunque las fibras de carbono y sintéticas poseen unas mejores cualidades en cuanto a resistencia y menor peso, su dificultad de aplicación y su coste condicionan su empleo en el automóvil. Cuando a las fibras o hilos de refuerzo se les añade una matriz metálica o de resina para cohesionarlas y mantenerlas en su lugar, al material resultante se le denomina composite.

Composites	Matriz resina epoxi, fenólica, etc.	Fibra de carbono o grafito
		Fibra de vidrio
		Fibra de kevlar o nomex
	Matriz metálica	Cerámica
	Matriz orgánica o metálica	Boro
		Carburo de silicio
		Metales

- **Los duroplásticos.** Son plásticos reforzados con distintas fibras.
- **Los composites.** El SMC *(Sheet Moulding Compound)* y el BMC *(Bulk Moulding Compound)* son materiales composites con base de resina termoestable y cargas minerales y reforzadas con fibra de vidrio. La resina es, generalmente, de tipo poliéster insaturado o viniléster. Con objeto de mejorar sus características y facilitar su transformación o moldeo, se incorporan además otros componentes como aditivos termoplásticos, catalizadores, inhibidores, desmoldeantes, espesantes y pigmentos. Con el SMC se consiguen excelentes propiedades mecánicas, eléctricas y de resistencia al fuego, así como un buen acabado superficial. El BMC se utiliza fundamentalmente para la inyección en molde caliente de piezas de gran serie o formas complicadas, y se obtienen ciclos más cortos y automatizados que con el SMC. Actualmente, los fabricantes de vehículos suelen incorporar fórmulas en SMG y BMC (*low-shrink* y *low-profile*) para la aplicación de piezas en carrocerías y piezas semiestructurales, por ser materiales flexibles, de alta resistencia al impacto, óptimo comportamiento dinámico y excelente acabado superficial.
- **Los materiales compuestos no mezclados.** Son combinaciones de diferentes materiales que no se mezclan, sino que se aplican como revestimientos (estratificados). En este grupo destaca la estructura tipo sándwich formada por un núcleo de material termoplástico (generalmente polipropileno) en un sándwich de dos recubrimientos de acero de bajo espesor.

© Ediciones Paraninfo

Como ejemplo, algunos fabricantes producen vehículos con carrocerías de composites sobre chasis de aluminio (largueros y travesaños fabricados de aluminio extruido). La carrocería consta de paneles de fibra de vidrio reforzada (compuestos moldeados en láminas o SMC). Las secciones móviles de la carrocería (puertas, capós y tapas) van unidas a las bisagras mediante tornillos, mientras que los laterales se unen al chasis mediante adhesivos. Las piezas que no resultan visibles desde el exterior (estructura interior de las puertas, bastidor de asiento, etc.), que tienen un peso específico mayor y por tanto mayor rigidez, suelen fabricarse mediante procesos SMC. Por último, las piezas que tienen que soportar temperaturas más altas (como el panel salpicadero) se fabrican de plástico RIM (resiste hasta los 200 °C). Los elementos a base de materiales composite de la carrocería, son menos propensos a sufrir daños de menor importancia, por lo que pueden repararse más fácilmente si sufren algún desperfecto. Asimismo, no están expuestos a ningún tipo de oxidación.

Figura 9.55. **Carrocería de componente plástico.**

En otros casos, se fabrican vehículos que incorporan paneles de material termoplástico en el exterior de la carrocería. Estos paneles se fabrican mediante moldeo e inyección. En el primer caso, el material base termoplástico se suministra en forma de gránulos ya pigmentados, de forma que una vez conformados los paneles no es necesario pintarlos, ya que salen de la fase de fabricación con su color definitivo. Por ese motivo, al sustituir los paneles, estos se sirven ya coloreados, por lo que el cambio de aspecto se produce tan solo con su reposición.

La utilización de este tipo de paneles presenta las siguientes ventajas:

- No se oxidan.
- Pesan menos que el acero convencional.
- Son fácilmente reciclables.
- Su alta flexibilidad los hace resistentes a pequeños impactos.
- Al estar coloreados en todo su «espesor», los arañazos son menos visibles.

Figura 9.56. **Todas las piezas exteriores de la carrocería son de material plástico.**

9.7.1. El plástico en las carrocerías de aluminio

En las piezas de goma y de plástico (especialmente EPDM y cloropreno), así como en los pegamentos, se crea la capacidad conductora y con ello el riesgo de corrosión por contacto por la presencia de hollín como producto de relleno.

Por ello, todas las piezas de elastómeros y plásticos, así como pegamentos (para pegado de chapa, sellado y pegado de cristales), deben mostrar una resistencia de paso específica y no deben ser conductores de la electricidad. Además de la denominación del material, en el dibujo de las piezas afectadas, en el rótulo de la columna de material, deben llevar la indicación *Elektrische Isolationseigenschaften* (características de aislamiento eléctrico).

9.8. Reciclado de plástico

El reciclaje integral del vehículo tiene como objetivo fundamental que todos los materiales se puedan aprovechar para su uso posterior:

© Ediciones Paraninfo

- Como materia prima para nuevos procesos de fabricación.
- Como fuente de energía.

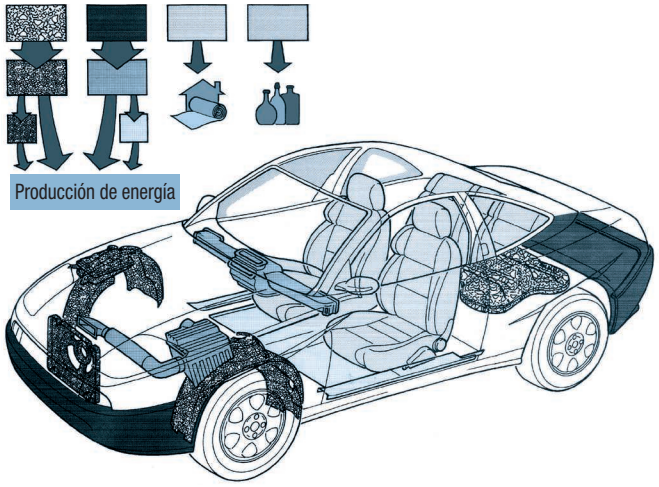


Figura 9.57. Diferentes elementos plásticos del automóvil y la reutilización de algunos plásticos como elementos nuevos.

Una vía alternativa al reciclaje es la de la reutilización (despiece y comercialización de piezas procedentes de vehículos desguazados), práctica tradicional de los centros de desguace, y que últimamente se encuentra regulada mediante normativa. Asimismo, también se ha incentivado el empleo de piezas reacondicionadas o de «cambio estándar», consistente en que el cliente sustituye la pieza defectuosa por otra reacondicionada, a menor precio que una nueva y con garantía similar.

El reciclaje de los plásticos en el automóvil se efectúa en cascada. Como ejemplo, de los paragolpes se obtiene el material para el revestimiento del pase de ruedas, que a su vez se convierte en revestimientos insonorizantes del habitáculo, y se termina la cadena como producción de energía. De esta manera, el reciclaje pasa a través de tres generaciones sucesivas de coches, lo que contribuye al ahorro de materias primas.

9.8.1. Fases del reciclado

El proceso de reciclaje integral del automóvil consta de cuatro fases:

- **Descontaminación y desmontaje de material peligroso y nocivo.** En primer lugar se retiran los elementos cuyo desmontaje entraña un riesgo especial, como los elementos pirotécnicos (airbags y pretensores). A continuación se realiza la recogida selectiva de carburantes (gasolina o gasóleo), líquido de refrigeración, aceites de motor, dirección o frenos. Seguidamente se retiran los elementos cuyo desmontaje puede resultar peligroso, como los mecanismos de efecto pirotécnico o los depósitos de GLP (gas licuado del petróleo).
- **Desmontaje de componentes.** En esta fase se retiran las piezas grandes, asientos, lunas, parachoques, ruedas, etc., y son seleccionadas por familias (plásticos, vidrios, caucho, fibras, etc.), que después son tratadas por diferentes métodos que los hacen reutilizables.
- **Fragmentación.** A continuación se trocea el resto de piezas y se separan los distintos metales mediante selección magnética.
- **Tratamiento de residuos.** Cuando las piezas del vehículo se hayan separado por familias, son manipuladas de forma diferente en función de su naturaleza:

Residuos no peligrosos

Una clasificación de los residuos no peligrosos puede ser la siguiente:

- **Metales:**
  - — Férricos: como el acero y el hierro fundido.
  - — No férricos: como el aluminio o el cobre.

  Se separan en grupos y se funden para fabricar piezas nuevas, idénticas o de calidad inferior.
- **Materiales sintéticos:**
  - — Los plásticos: parachoques, carcasas, salpicaderos, etcétera.
  - — El caucho de los neumáticos.

  Cuando están debidamente marcados se tratan con calor y presión, y sirven para hacer piezas nuevas, cuando son compuestos que no permiten su conformación se emplean para ser incinerados y generar energía para transformar otros productos. En algunos casos se emplean para crear asfalto (neumáticos).
- **El vidrio.** Su reutilización resulta complicada debido a la incorporación de una lámina adhesiva, aunque actualmente se estudia su empleo en otros sectores como el de obras públicas.

© Ediciones Paraninfo

Residuos peligrosos

Una clasificación de los residuos peligrosos puede ser la siguiente:

- **Los elementos pirotécnicos.** Estos se retiran al principio del proceso para evitar su activación espontánea y que se produzcan accidentes. Deben ser desactivados por personal especializado. Una vez que están desactivados deben ser separados y entregados a gestores de residuos tóxicos.
- **Los fluidos y gases:**
  - — Anticongelantes.
  - — Gasolinas.
  - — Aceites.
  - — Líquidos de frenos y dirección.
  - — Electrólito de las baterías.
  - — Gas del aire acondicionado.

  Deben manipularse con precauciones especiales. Su traslado y almacenamiento debe realizarse de forma segura, a través de gestores autorizados. Un gestor final se encargará de aplicar tratamientos químicos para que puedan ser reutilizados.

En la actualidad, en España se reciclan de los diferentes sectores productivos, más de 200 000 toneladas de residuos plásticos, de los que el sector industrial es el de mayor aportación con un 69 %, de los que el 52 % se deben a residuos de recortes de materias primas y el 17 % corresponde a embalajes industriales posconsumo. El resto proviene de los sectores agrícolas, comercial, doméstico y automoción.

La mayoría de los plásticos que se utilizan en el automóvil son fácilmente reciclables (especialmente el polipropileno). El problema lo plantean los materiales sintéticos (duroplásticos, composites, etc.) que son muy difíciles de reciclar, ya que no se puede aplicar el mismo proceso a productos de diferente composición química.

Los principales plásticos que hoy en día se reciclan son el polietileno de alta y baja densidad, que suponen el 74 % del total del plástico reciclado en España, le sigue en importancia el PVC.

Para conseguir la mayor eficacia en el reciclado de los residuos plásticos, hay que destacar, entre otros, los siguientes factores:

- Cooperación entre todos los sectores sociales.
- Diseño del objeto teniendo en cuenta su posterior reciclado.

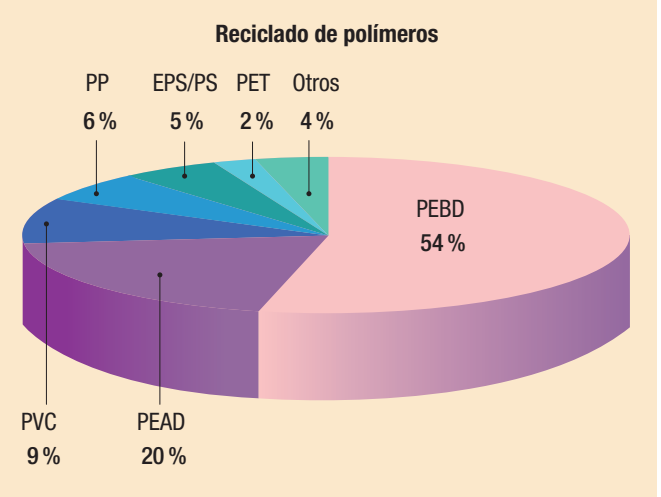


Figura 9.58. **Porcentaje de reciclado de plásticos.**

- Desarrollos de sistemas de calidad que generen confianza en los productos de material reciclado.
- Búsqueda de mercados de gran volumen para los productos reciclados.

9.8.2. Métodos de reciclado de plásticos

Cuando se procede al desguace del vehículo o cuando la reparación de un plástico no es posible, debido al gran impacto producido, se desecha la pieza depositándola en contenedores especiales que gestionan los servicios de recogida selectiva de residuos.

En función del tipo de plástico, se seleccionará el proceso de reciclado adecuado a sus características.

La recuperación de estos elementos es posible gracias a tres métodos de reciclado de plásticos.

- El reciclado mecánico.
- El reciclado químico.
- La recuperación de energía.

Proceso de reciclado mecánico

Con este procedimiento se pretende obtener la granza de partida, sometiendo a los residuos plásticos a presión y calor para conseguir formas iguales o distintas a las iniciales.

El primer paso de este proceso es la recogida de residuos. En este proceso, cuando el plástico se encuentra en la planta, es importante proceder a la identificación y

© Ediciones Paraninfo

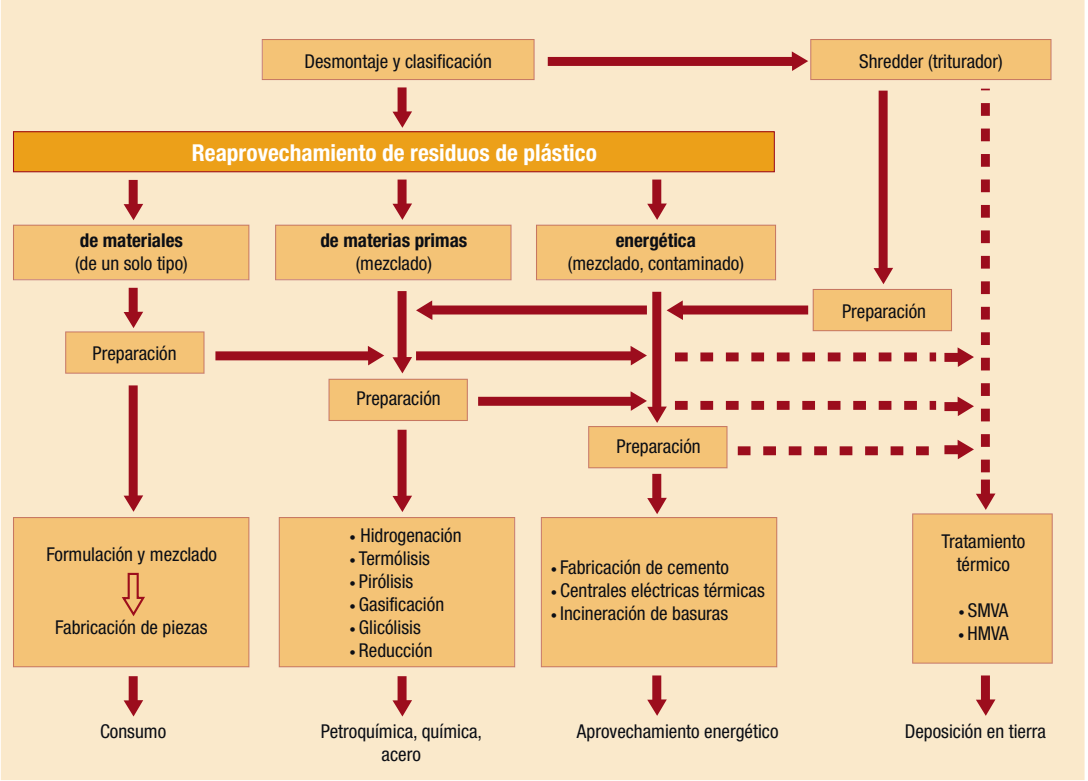


Figura 9.59. **Proceso de reciclado.**

clasificación de los distintos termoplásticos y separarlos por tipos. Es necesario disponer de cantidades importantes que permitan una economía razonable. En este procedimiento, los parachoques y depósitos de gasolina son elementos muy habituales en el reciclaje de una planta de tratamiento, teniendo en cuenta que no solo se reciclan plásticos del automóvil, sino de la industria y el comercio en general. Aquellos plásticos de características complejas o que no sean termoplásticos son rechazados en la clasificación.

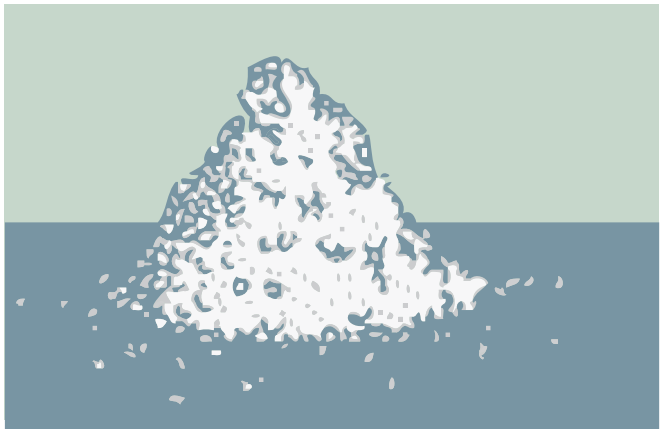


Figura 9.60. **Residuos troceados denominados «granza».**

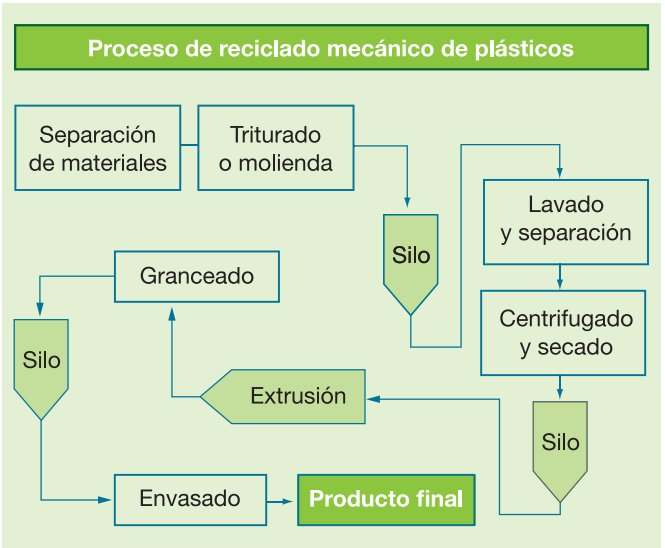


Figura 9.61. **Proceso de reciclado mecánico de plásticos.**

El siguiente paso es la trituración o molienda, realizada en dos etapas, con una intermedia para la eliminación de contaminantes (papeles, etiquetas, etc.). Cuando este paso finaliza, el plástico se almacena en un silo en espera de continuar el proceso.

© Ediciones Paraninfo

Usos de plásticos virgen/reciclado				
Polímero	**PE alta densidad**	**PE baja densidad**	**PP**	**PVC**
Primer uso	Embalajes	*Films*	Piezas de automóvil	Marcos de ventanas
	Botellas	Plástico agrícola	Baterías	Aislantes para cables
	Envases	Tuberías	Componentes electrónicos	Tuberías
	Juguetes	—	—	Recubrimientos
	Tuberías	—	—	—
Reciclado	Palés	Membranas	Baterías	Vallas
	Cajas	Impermeables	Piezas de automóvil	Artículos de construcción
	Tuberías	Tuberías	Cajas	Vallas
Polímero	PS	PET	Mezclas	Varios
Primer uso	Botellas	*Films*	Piezas	Ventanas
	Aislantes	Cajas	Automóvil	Piezas de automóvil
	Embalajes	—	Embalajes	—
Reciclado	Construcción	Fibras para alfombras	Parachoques	Accesorios eléctricos
	Revestimientos	Textiles	Señalización	Baldosas
	—	—	Tuberías	Vallas
	—	—	Plásticos de cultivo	—

La preparación del producto sigue con un lavado y la separación de contaminantes, para pasar a continuación al centrifugado y secado de material. Posteriormente se almacena en silos intermedios en los que se realiza una homogeneización para garantizar una calidad constante. El producto limpio, seco y triturado pasa a alimentar a la extrusora, y tras ello se obtiene la granza de producto reciclado lista para ser procesada por tres métodos:

- El producto reciclado se procesa directamente para la aplicación deseada. En este caso, el producto fabricado tiene peores propiedades que si fuese fabricado en un polímero virgen, pero de garantía suficiente para el producto deseado.
- Mezcla de producto reciclado con polímero virgen para poder alcanzar la garantía necesaria, como para la fabricación de perfiles.
- Coextrusión del producto reciclado normalmente entre dos o más capas de polímero virgen. Este es el caso de las botellas de bebidas en el que la capa intermedia puede ser de polímero reciclado.

Reciclado químico

Los plásticos se fabrican con procesos químicos de polimerización de las materias primas obtenidas a partir del petróleo. Cuando el plástico se convierte en desecho, podemos volver a obtener los primeros mediante un proceso inverso al de fabricación.

Este proceso de reciclado se puede obtener de distintas maneras:

- **Pirólisis.** Consiste en calentar el polímero entre 400 °C y 800 °C en ausencia de oxígeno. Con ello se produce su descomposición, lo que da lugar a moléculas más pequeñas (etileno, propileno, etc.) que son las materias primas habituales en la fabricación de plásticos.
- **Hidrogenación.** Básicamente consiste en la adición de hidrógeno a altas temperaturas, lo que provoca la rotura de las cadenas de polímeros en pequeñas fracciones que se utilizan nuevamente.
- **Gasificación.** El plástico es calentado con aire u oxígeno y se obtiene un gas que se puede utilizar para la fabricación de otros productos químicos.

© Ediciones Paraninfo

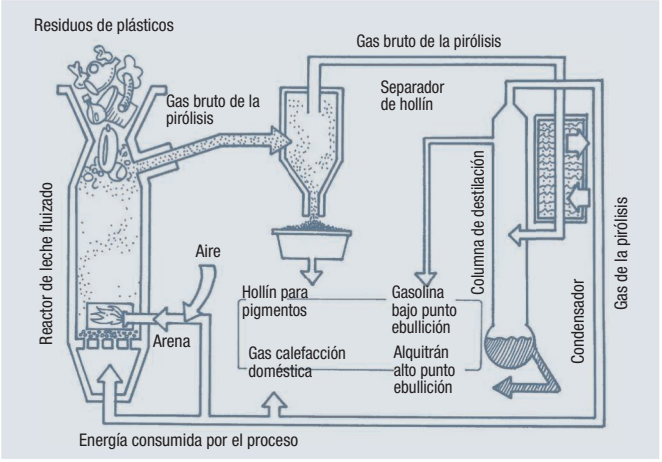


Figura 9.62. **Proceso de transformación por pirólisis.**

- **Tratamiento con disolventes.** En este caso se trata al plástico con diferentes procesos y disolventes para volver a los diferentes monómeros de partida. Un ejemplo de este tratamiento es el procesamiento de espumas de poliuretano mediante hidrólisis, por el cual se recuperan los componentes químicos por medio de vapor de agua a alta presión y gran temperatura, de los que se obtienen espumas idénticas a las originales utilizadas en el automóvil para reposacabezas, asientos, protecciones de puertas, etcétera.

En el proceso químico, se evita la separación por tipos de plásticos, ya que es posible el reciclado de mezclas de distintos polímeros, así como el de polímeros termoestables, para los que no hay posibilidad de reciclado mecánico.

Recuperación de energía

Este es el llamado «reciclado energético». En este proceso se incinera el plástico para eliminarlo, aprovechando la energía generada. Este es un proceso muy controvertido debido a que, con la combustión, se generan gases que pueden tener inconvenientes para el medio ambiente.

En la Figura 9.63 podemos comprobar el poder calorífico generado en la combustión de distintos combustibles para la generación de energía. En general, estos tres procesos se utilizan teniendo en cuenta factores económicos, técnicos y de impacto medioambiental. Las estimaciones futuras indican que aproximadamente un 20 % se reciclará por procedimientos mecánicos, un 70 % por reciclado químico o recuperación de energía y un 10 % acabará en los vertederos.

Como resumen, puede apreciarse el proceso completo de fabricación, consumo y reciclado de plásticos en la Figura 9.64.

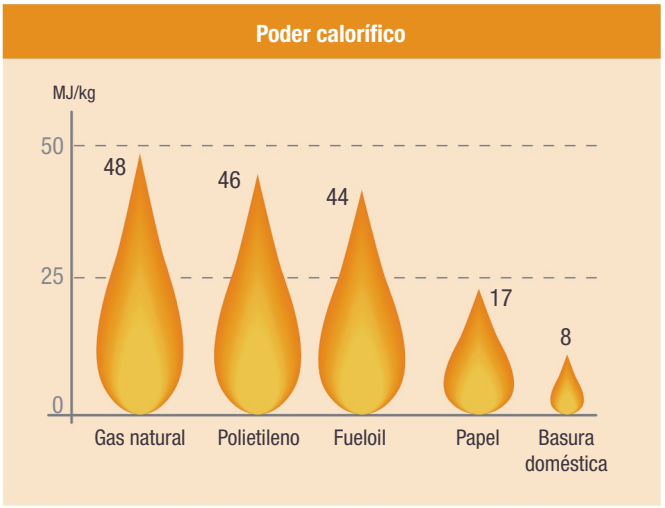


Figura 9.63. **Comparativa del poder calorífico del polietileno con otros productos.**

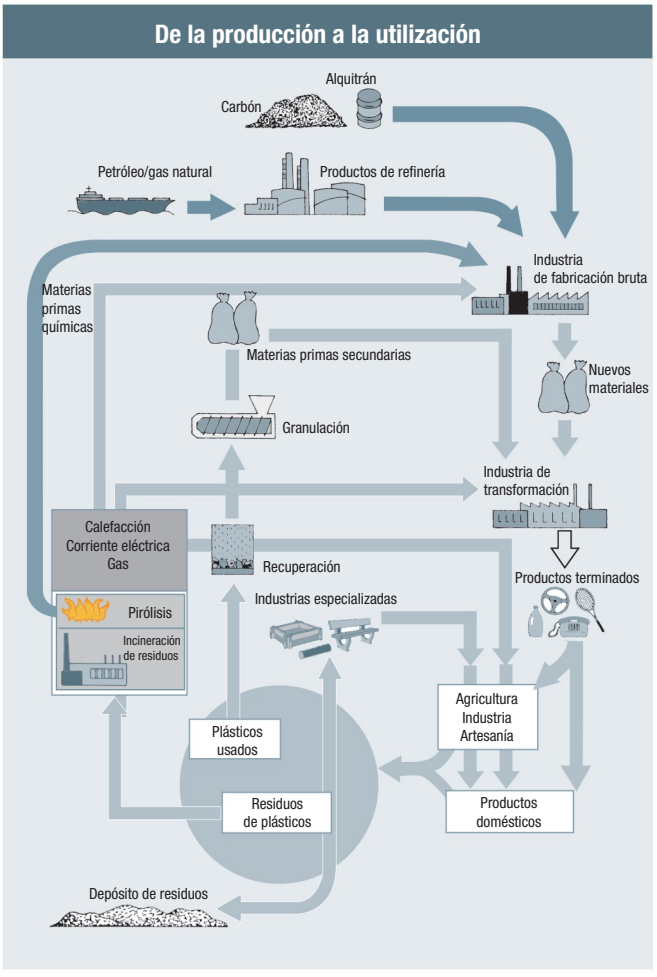


Figura 9.64. **Proceso de fabricación, consumo y reciclado de plásticos.**

© Ediciones Paraninfo

9.9. Introducción a la reparación de elementos sintéticos

Como ya se ha descrito anteriormente, el empleo de los materiales plásticos ofrece muchas ventajas respecto a los materiales metálicos (moldeabilidad, aislamiento, peso, etc.), en este apartado se podrá observar que a las ventajas descritas, hay que añadirle su total reparabilidad. En efecto, los materiales plásticos utilizados en la fabricación de los elementos de la carrocería son fácilmente reparables, utilizándose para ello menos medios que los descritos para la reparación de los materiales metálicos. Además, contribuye a no perjudicar el medio ambiente, al evitar que aumenten los elementos desechados. No obstante, al igual que en los elementos metálicos, hay que tener en cuenta una serie de aspectos para valorar el coste de la reparación y determinar si es rentable y segura, o es más conveniente su cambio completo, estos factores son:

- La accesibilidad de las piezas para su reparación.
- El tipo de plástico (termoplástico, termoestable o elastómero).
- La localización del daño.
- La función de la pieza.
- La magnitud del daño que se ha producido en la pieza.

En la actualidad se han desarrollado distintos métodos para la reparación de los materiales plásticos que se aplicarán en función de: tipo de plásticos, magnitud del daño y medios de los que disponga el taller.

Estos métodos son:

- Soldadura con aportación de calor.
- Soldadura por procedimientos químicos (acetona).
- Pegado y reforzado con adhesivos.
- Pegado y reforzado con resinas.
- Inserción de grapas térmicas.

9.10. Métodos de identificación de los materiales plásticos más utilizados en el automóvil

En la reparación de los materiales termoplásticos, es imprescindible conocer la naturaleza de estos, pues las soldaduras deben ser realizadas con el mismo plástico. Si no fuese así, las uniones serían muy débiles y en la mayoría de los casos ni tan siquiera se podrían realizar.

Esta identificación también es necesaria para no sobrepasar los límites específicos de reblandecimiento de los materiales termoplásticos, ya que una temperatura demasiado elevada en el proceso de reparación conllevaría la degradación del material. Los métodos más utilizados para realizar su identificación son:

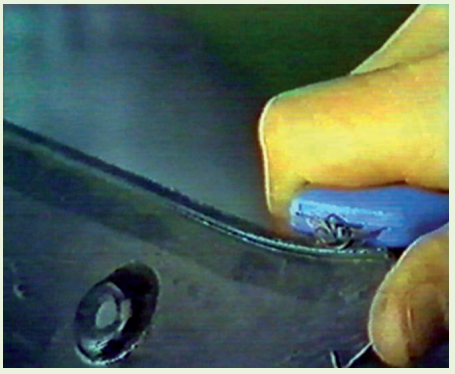
- Por el código de identificación incorporado en los materiales plásticos.
- Por combustión.
- Por el test de soldadura.
- Por la documentación del vehículo desarrollada por el fabricante.

La primera identificación consistirá en distinguir un material termoplástico de un termoestable o de un elastómero, que de una manera fácil se puede conocer aplicando el proceso que se desarrolla a continuación:

PROCESO DE IDENTIFICACIÓN DE LA CONFORMABILIDAD DEL PLÁSTICO

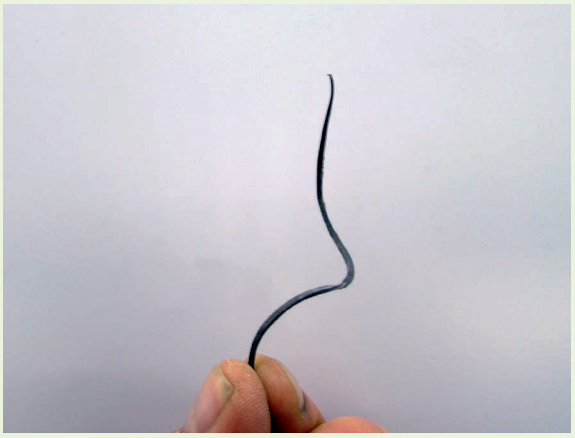
1 Si la rotura producida muestra el interior del plástico y este es duro y fibroso, se trata de un termoestable.

2 Cortar con un cúter una fina tira de plástico de una parte no vista del elemento.

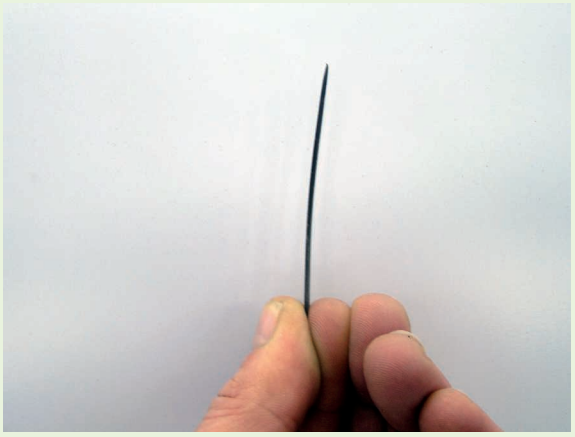


© Ediciones Paraninfo

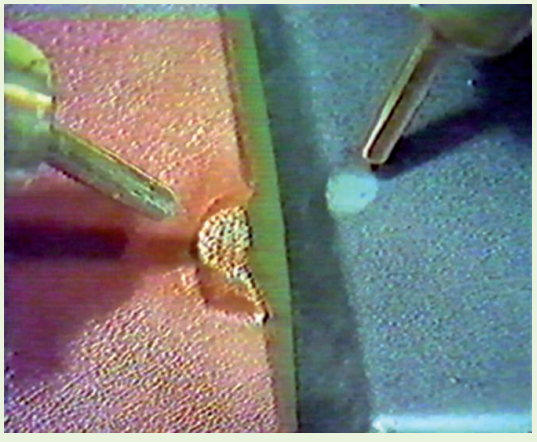
3 Si al cortarla tiende a rizarse se trata de un termoplástico



4 Si, por el contrario, se queda en punta, es un termoestable.



5 También es posible identificarlos aplicando calor al material; si se reblandece y fluye, se trata de un termoplástico. Si, por el contrario, no se reblandece y se destruye, nos encontramos ante un termoestable.



Los elastómeros se identifican fácilmente debido a sus peculiares características, ya que estos materiales se deforman con facilidad en cualquier dirección y cuando cesa el esfuerzo que provoca esta deformación recuperan rápidamente su dimensión o forma inicial.

9.10.1. Identificación práctica a través del código del fabricante

La utilización de materiales plásticos en el sector del automóvil se ha caracterizado tanto por su desarrollo y perfeccionamiento progresivo como por una creciente exigencia de reciclaje de estos materiales debido a los problemas ecológicos que pueden ocasionar.

Para conseguir el máximo aprovechamiento y el menor daño ambiental, los fabricantes de los plásticos, siguiendo la normativa del Parlamento Europeo relativa a la recuperación de las piezas de los vehículos al final de su vida útil, han introducido un sistema para facilitar su reutilización o recuperación con un código específico regulado por la norma ISO 1043 (International Standard Organization) y su equivalente española UNE 53227/92 que permite un reconocimiento inmediato del material.

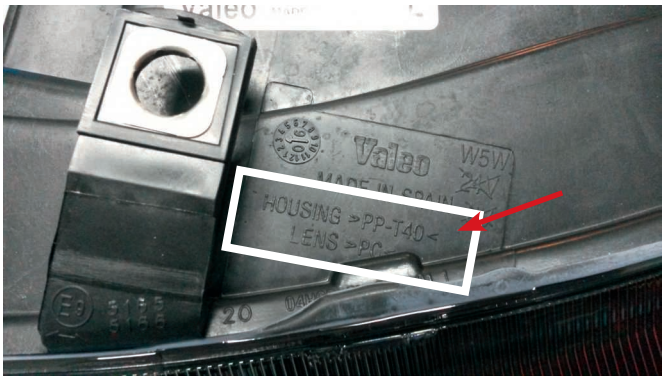


Figura 9.65. Vista de un faro delantero y detalle del marcaje de sus componentes plásticos.

© Ediciones Paraninfo

Este sistema consiste en marcar todas las piezas de plástico cuyo peso supere los cien gramos mediante símbolos que siguen un sistema muy definido. Los símbolos van impresos en la cara interna de la pieza plástica siguiendo un orden determinado.

Los componentes fabricados de los distintos plásticos o caucho se marcan de acuerdo a la normativa ISO que se detallan en la tabla siguiente:

Tabla 9.1. Referencias de marcado de los plásticos

Componente	Tipo	Referencia ISO
Material/es	Plásticos	ISO 1043
	Refuerzo y relleno	
	Plastificables	
	Retardantes del fuego	
	Cauchos	ISO 1629
	Elastómeros termoplásticos	ISO 18064

Como sucede en algunos casos, los plásticos pueden contener aditivos para mejorar su comportamiento físico, como de refuerzo y relleno, plastificantes o retardantes del fuego; la identificación se realiza mediante las iniciales de los materiales dispuestas según un orden concreto en un número de bloques que puede variar desde un solo bloque para los más sencillos hasta cuatro para los más complejos.

El bloque o grupo de bloques de símbolos siempre:

- Comienza con un símbolo «>».
- Finaliza con símbolo «<».
- Cuando exista más de un bloque, van separados por guiones sin espacios anteriores, posteriores o entre ellos.

Para facilitar su descifrado, seguidamente se detallan una serie de pasos que lo simplifican que comienzan con el esquema siguiente:

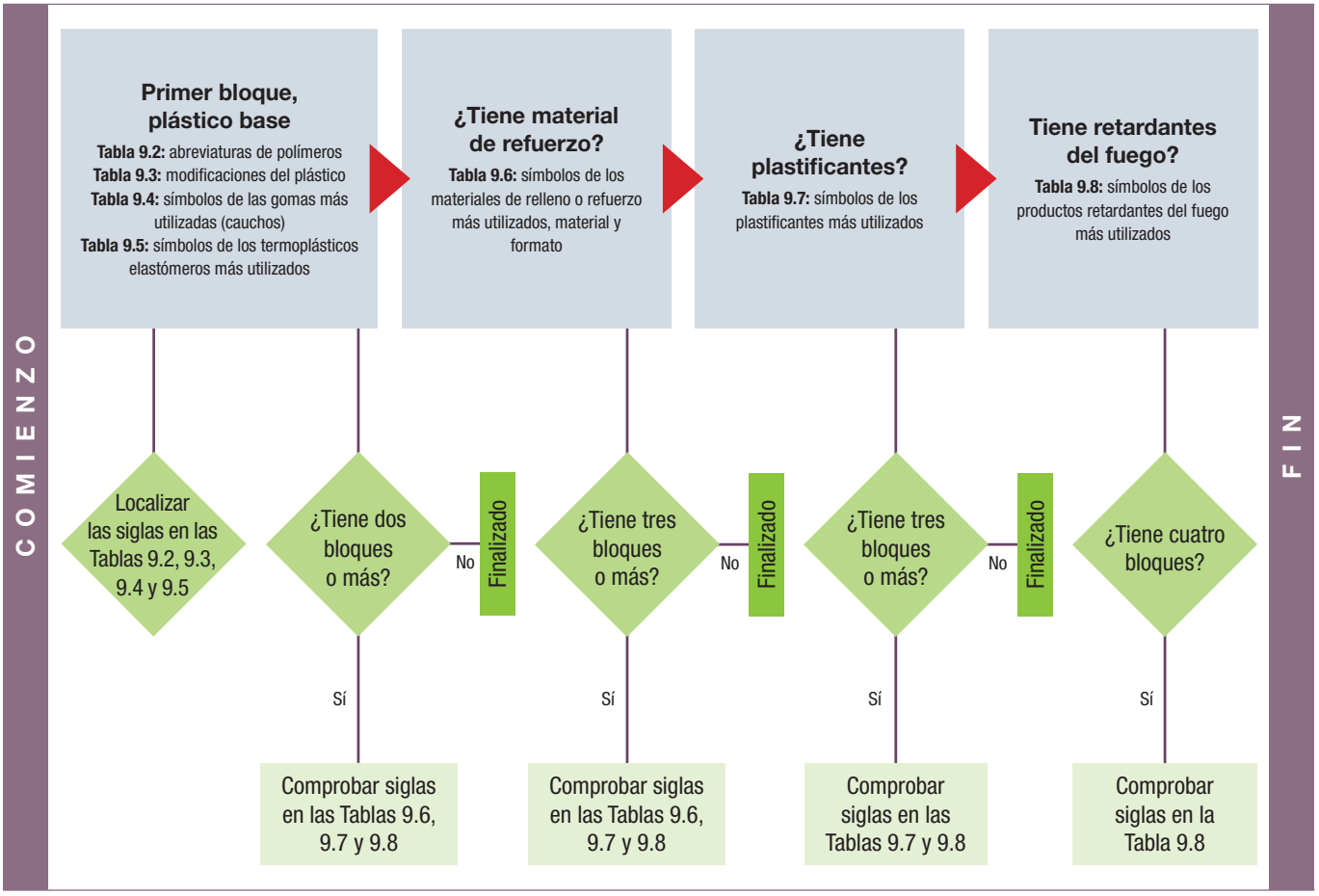


Figura 9.66. Esquema del proceso de identificación del marcado de plásticos.

© Ediciones Paraninfo

Ejemplo concreto para el plástico cuyo marcaje es >PA-MD10-P(DBP)-FR(60)<

Poliamida reforzada con un 10 % de mineral en polvo, plastificado con dibutil-ftalato, con hidróxido de aluminio, como retardante del fuego:

>PA-MD10-P(DBP)-FR(60)<							
>PA				Plástico		PA	Poliamida
	MD10			Refuerzo	Forma Material Porcentaje	M D 10	*(Mineral)* Mineral *(Dust)* Polvo 10 %
		P(DBP)		Plastificante	Tipo	DBP	Dibutil-ftalato
			FR(60)	Retardante de la llama		60	Hidróxido de aluminio

I- Primer bloque

Plástico base

I-1 Plástico sin aditivos

Para los componentes elaborados a partir de un único polímero.

El marcado sería el término abreviado para el polímero «x» encerrado por: **>«x»<**.

- Ejemplo 1, el caso de que el plástico esté compuesto únicamente por un homopolímero de policarbonato: **>PC<.**
- Ejemplo 2, el caso de que el plástico esté compuesto por un copolímero poliamida 6 y poliamida 12: **>PA6/12<.**

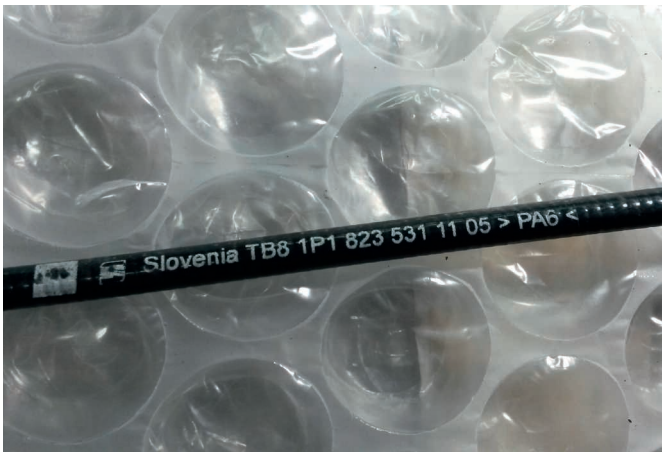


Figura 9.67. **Ejemplo del marcado en la camisa del tirador, poliamida-6 (duro, resistente a químicos y mecanizable).**

Tabla 9.2. **Abreviaturas de polímeros**

Símbolo	Polímeros
EP	Epóxido epoxi
PA	Poliamida
PC	Policarbonato
PE	Polietileno
PP	Polipropileno
PU	Poliuretano
PVC	Policloruro de vinilo
PS	Poliestireno

Símbolo	Copolímeros
ABS	Acrilonitrilobutadieno estireno
PA6	Poliamida 6 «Amidan»
PA12	Poliamida 12 «Tecamid 12»
PBT	Poli-tereftalato de butileno

© Ediciones Paraninfo

I-2 Plásticos de constituyentes múltiples (mezclas de polímeros)

Para las mezclas o aleaciones de polímeros, los términos abreviados para los diferentes polímeros estarían separados por un signo «+»:

> «x+y» < (sin espacios antes o después del signo «+»).

- Ejemplo: una mezcla de policarbonato y poli-tereftalato de butileno, en la que el policarbonato es el principal polímero: **>PC+PBT<.**

I-3 Plásticos con modificaciones especiales

Se pueden agregar hasta cuatro tipos al término abreviado para el polímero base con el fin de distinguir entre diferentes características.

El símbolo complementario «s» se coloca después del término abreviado del polímero base, separados por un guion «-», sin espacio antes o después del guion, sin que ningún símbolo esté colocado delante del término abreviado del polímero base

- Ejemplo: polietileno de alta densidad: **>PE-HD<.**

Tabla 9.3. **Simbología de posibles modificaciones del plástico**

Símbolo	Significado
C	Clorado
D	Densidad
F	Flexible
H	Alto
I	Impacto
L	Lineal o bajo
L	Lineal
M	Medio
P	Plastificado
U	No plastificado
V	Muy (concentrado)
W	Peso
X	Entrecruzado

I-4 Dos o más componentes difíciles de separar (como laminados)

Plásticos formados por dos o más componentes, se remarcan preferiblemente de modo que el material visible primario se identifica en primer lugar, seguido de los demás materiales de forma individual, separados por una coma.

Figura 9.68. **Ejemplo del marcado en la camisa del manguito, polietileno muy concentrado (tenaz y resistente a químicos).**

- Ejemplo: un producto hecho de tres componentes, donde el visible es una fina capa de policloruro de vinilo, sobre poliuretano que contiene un inserto de acrilonitrilo-estireno: **>PVC, PUR, ABS<.**

Figura 9.69. **Ejemplo del marcado en la correa de distribución, caucho de butadieno hidrogenado de nitrilo (elevada elasticidad y adherencia), fibra de vidrio (muy resistente) y poliamida-66 (buenas propiedades de deslizamiento y de resistencia para la marcha en seco, alta resistencia mecánica incluso a temperaturas elevadas).**

Caucho o goma

Figura 9.70. **Ejemplo más representativo de este grupo: las gomas de los neumáticos, distintos cauchos vulcanizados.**

© Ediciones Paraninfo

I-5 Solamente goma-caucho

Para las piezas de un solo tipo de caucho, el marcado debería ser el término abreviado para el caucho encerrado por >«x»<.

- Ejemplo: el caucho de estireno-butadieno: **>SBR<**.

Tabla 9.4. **Símbolos de las gomas más utilizadas (cauchos)**

Símbolo	Descripción
ACM	Copolímero de etil acrilato y monómero para vulcanización (caucho acrílico)
ANM	Copolímero de etil acrilato y acrilonitrilo
EPDM	Etileno, propileno de caucho
ECO	Copolímero de óxido de etileno acrilato y cloromitiloxirano
BR	Caucho de butadieno
CR	Caucho de clorofeno
IIR	Caucho de isobutano-isopropano
IR	Caucho de isopropano, sintético
NR	Caucho natural
SBR	Caucho
FMQ	Caucho de silicona con grupos metílicos y fluorina
MQ	Caucho de silicona con grupos metílicos
AU	Poliéster de uretano
EU	Uretano de poliéster

Figura 9.71. **Ejemplo de un manguito EPDM reforzado y detalle (resistente al calor y frente a agentes químicos).**

I-6 Elastómeros termoplásticos como único constituyente

Consistirá en una letra que representa la categoría del elastómero termoplástico con el prefijo «TP», seguido de un guion y los símbolos que describen el miembro específico de la categoría.

- Ejemplo: un elastómero termoplástico de uretano, tipo aromático de segmento duro y segmento blando de policarbonato: **>TPU-ARCL<**.

Tabla 9.5. **Símbolos de los termoplásticos elastómeros más utilizados**

Termoplástico elastómero (TPx)	Subcategoría
Poliamida (TP**A**)	TPA-**EE**
	TPA-**ES**
	TPA-**ET**
Copoliésteres (TP**C**)	TPC-**EE**
	TPA-**ES**
	TPA-**ET**
Olefínicos (TP**O**)	TPO-**EE (EPDM+PP)**
Estirénicos (TP**S**)	TPS-**SBS**
	TPS-**SEBS**
	TPS-**SIS**
Urentánicos (TP**U**)	TPU-**ARES**
	TPU-**ARET**
	TPU-**AREE**
	TPU-**ARCE**
	TPU-**ARCL**
	TPU-**ALES**
	TPU-**ALET**
Vulcanizados (TP**V**)	TPV-**(EPDM+PA)**
	TPV-**(NBR+PA)**
	TPV-**(NR+PA)**
	TPV-**(ENR+PA)**
	TPV-**(IIR+PA)**
Mezclas (TP**Z**)	TPZ-**(NBR+PC)**
	TPA-**ES**
	TPA-**ET**

© Ediciones Paraninfo

I-7 Elastómeros termoplásticos, mezclas de polímeros y cauchos

Algunos tipos de elastómeros termoplásticos son una mezcla de un material termoplástico y un caucho convencional.

Para estos, en primer lugar va el nombre del grupo del elastómero termoplástico seguido por un guion «-», seguido de paréntesis («x»), en la que «x» es la abreviatura estándar para el tipo de goma.

El termoplástico y el tipo de goma se deben enumerar en orden de porcentaje decreciente.

- Ejemplo: mezcla de terpolímero de etileno-propileno-dieno con polipropileno, la cantidad de EPDM presente es mayor que la de PP: **<TPO-(EPDM+PP)>.**

II- Segundo bloque

Aditivos de relleno o refuerzo

II-1 Compuestos que contienen un solo relleno o refuerzo

Estarán marcados con el término abreviado para el polímero, seguido por un guion «-», el término abreviado o símbolo para el aditivo, con su porcentaje en masa, dispuestos como se muestra en el ejemplo.

Figura 9.72. **Ejemplo de material de refuerzo en polvo.**

- Ejemplo: polipropileno que contiene el 30 % en masa de polvo mineral: **>PP-MD30<.**

El símbolo para el material de relleno/refuerzo se compone de dos partes:

- La forma o estructura del material de relleno/refuerzo, en este caso **MD** o *mineral dust* (mineral en polvo).
- El porcentaje del material de relleno/refuerzo, en este caso 30 % (del total).

Tabla 9.6. **Símbolos de los materiales de relleno o refuerzo más utilizados, material y formato**

Posición 1	Formato
B	Perlas, esferas, bolas
C	Trozos, virutas
D	Polvo
F	Fibra
G	Material molido
H	Fibra cortada
K	Tejido de malla
L	Capa
M	Fieltro
N	No tejido (tela)
P	Papel
R	Bobinado
S	Laminilla, escama
T	Cordón
V	Chapa
W	Tejido
X	Sin especificar
Y	Hilo
Z	Otras

Posición 2	Material
B	Boro
C	Carbón
E	Arcilla
G	Vidrio
K	Carbono calcio
L	Celulosa
M	Mineral-metal
P	Mica
Q	Sílice
R	Aramida
S	Sint.-orgánico
T	Talco
W	Madera
X	Sin especificar
Z	Otros

II-2 Compuestos que contienen dos o más materiales de carga o materiales de refuerzo

Para composiciones que contienen una mezcla de materiales de carga o materiales de refuerzo, el marcado que indica la presencia de estos aditivos debe estar entre paréntesis (corchetes), sin ningún espacio antes o después del signo «+».

- Ejemplo: polipropileno que contenga una mezcla del 25 % de la masa de fibra de vidrio y otro 15 % de la masa de polvo mineral: **>PP-(GF25+MD15)<.**

II-3 Compuestos que contienen rellenos metálicos

La información adicional requerida para los metales debe ser indicada por el símbolo químico entre paréntesis (corchetes).

- Ejemplo: polipropileno que contiene 20 % en masa de polvo de aluminio: **>PP-MD(Al)20<.**

© Ediciones Paraninfo

III- Tercer bloque

Plastificantes

III-1 Compuestos que contienen plastificantes

Se marcan con el término abreviado para el polímero seguido del guion del bloque y luego el símbolo «P» seguido de la abreviatura del plastificante entre paréntesis (corchetes).

- Ejemplo: PVC que contiene plastificante dioctil adipato: **>PVC-P(DOA)<.**

Figura 9.73. **Ejemplo de un aditivo flexibilizante para pintar piezas muy elásticas.**

Tabla 9.7. **Símbolos de los plastificantes más utilizados**

Símbolo	Descripción
BBP	Bencil butil ftalato
DBP	Dibutilftalato
DEP	Dietilftalato
DIDP	Diisodecilftalato
DINA	Diisooniladipato
DINP	Diisoonilftalato
DMP	Dimetilftalato
DOA	Dioctiladipato
DOP	Dioctilftalato
ELO	Aceite de semillas de lino con carga epoxi
ESO	Aceite de judías de soja con carga epoxi

IV- Cuarto bloque

Retardadores-retardantes del fuego

IV-1 Compuestos que contienen retardantes de llama

Se marcarán con el término abreviado para el polímero seguido de un guion y luego el símbolo «FR», seguido por el número de código del producto ignífugo en paréntesis (corchetes). Para todos los plásticos que contienen retardantes de llama que superen el 1 % en peso.

Figura 9.74. **Ejemplo de materiales como el cuero en un Jaguar, o prendas específicas, tratados con retardantes del fuego.**

- Ejemplo 1: polipropileno con fósforo rojo como un retardante de llama: **>PP-FR(52)<.**
- Ejemplo 2: poliamida 12 que contiene una mezcla del 25 % en masa de fibra de carbón y 10 % en masa de polvo mineral, plastificante tipo dioctil ftalato y retardante de llama, tipo hidróxido de magnesio (61): **>PA12-(GC15+MD10)-P(DOP)-FR(61)<.**

© Ediciones Paraninfo

Tabla 9.8. **Símbolos de los productos retardantes del fuego más utilizados**

Tipo	Código	Descripción
Compuestos hologenados	10	Compuestos alifáticos/alicíclicos clorados
	11	Compuestos alifáticos/alicíclicos clorados en combinación con compuestos amoniacales
	12	Compuestos aromáticos clorados
	13	Compuestos aromáticos clorados en combinación con compuestos amoniacales
	14	Compuestos alifáticos/alicíclicos bromatados
	15	Compuestos alifáticos/alicíclicos bromatados en combinación con compuestos amoniacales
	16	Compuestos aromáticos bromatados (excluyendo éteres de difenilo y bifenoles)
	17	Compuestos aromáticos bromatados (excluyendo éteres de difenilo y bifenoles) en combinación con compuestos amoniacales
	18	Éter de difenilo polibrominatado
	19	Éter de difenilo polibrominatado en combinación con compuestos amoniacales
	20	Bifenilos polibromatados
	21	Bifenilos polibromatados en combinación con compuestos amoniacales
	22	Compuestos alifáticos/alicíclicos clorados y bromatados
	25	Compuestos alifáticos fluorados
Compuestos nitrogenados	30	Compuestos nitrogenados (confinados en melanina, cianourato de melanina, urea)
Compuestos fosforados	40	Compuestos fosforados exentos de derivados halogenados
	41	Compuestos orgánicos clorados y fosforados
	42	Compuestos orgánicos bromatados y fosforados
Compuestos de fósforo inorgánico	50	Ortofosfatos de amonio
	51	Polifosfatos de amonio
	52	Fósforo rojo
Óxidos de metal, hidróxidos metálicos y de sales	60	Hidróxido de aluminio
	61	Hidróxido de magnesio
	62	Óxido de antimonio (III)
	63	Antimonita de álcalis metálicos
	64	Carbonato hidratado de magnesio y calcio
Compuestos de boro y cinc	70	Compuestos inorgánicos de boro
	71	Compuestos orgánicos de boro
	72	Borato de cinc
	73	Compuestos orgánicos de cinc
	74	No clasificados
Compuestos de sílice	75	Compuestos inorgánicos de sílice
	76	Compuestos inorgánicos de sílice
Otros	80	Grafito

© Ediciones Paraninfo

RESUMEN

I. PRIMER BLOQUE: PLÁSTICO BASE

I-1 Plástico sin aditivos

I-2 Plásticos de constituyentes múltiples (mezclas de polímeros)

I-3 Plásticos con modificaciones especiales

I-4 Dos o más componentes difíciles de separar (como laminados)

CAUCHO o GOMA

I-5 Solamente goma-caucho

I-6 Elastómeros termoplásticos como único constituyente

I-7 Elastómeros termoplásticos, mezclas de polímeros y cauchos

II. SEGUNDO BLOQUE: ADITIVOS DE RELLENO o REFUERZO

II-1 Compuestos que contienen un solo relleno o refuerzo

II-2 Compuestos que contienen dos o más materiales de carga o materiales de refuerzo

II-3 Compuestos que contienen rellenos metálicos

III. TERCER BLOQUE: PLASTIFICANTES

III-1 Compuestos que contienen plastificantes

IV. CUARTO BLOQUE: RETARDADORES-RETARDANTES DEL FUEGO

IV-1 Compuestos que contienen retardantes de llama

9.10.2. Identificación de los termoplásticos por combustión

Es un procedimiento rápido que consiste en identificar el tipo de plástico al analizar su comportamiento al exponer un trozo de material extraído del elemento a reparar frente a los efectos de una llama: si arde, tipo de su llama, olor, humo, etc.). Este procedimiento se ha de practicar con cierta asiduidad para identificar el plástico con exactitud.

El análisis se realiza en cuatro fases:

1. La muestra necesaria para realizar la identificación por combustión se extrae, al igual que en el caso anterior, de una parte no vista del elemento a reparar.
2. Limpiar el trozo extraído retirando la pintura, grasa y demás suciedad que pudiera tener.
3. Prender el extremo del trozo con una llama limpia.

Figura 9.75. **Identificación por combustión.**

4. Observar las características de la combustión y compararlas con la Tabla 9.9.

© Ediciones Paraninfo

Tabla 9.9. **Características para la identificación de plásticos**

Tipo de plástico	Nombre	Aplicación	Temp.	Arde	Color de la llama	Forma de la llama	Humo
Acrilonitrilo butadieno estireno	ABS	Rejilla radiador, tapacubos	300 °C	Bien	Amarillo anaranjado	Alargada	Muy negro
ABS policarbonato alpha	ABS-PC ALPHA	Paragolpes, carenados de motos	300 °C 350 °C	Bien	Amarillo	Irregular y ancha	Negro
Eileno propileno caucho propileno	EPDM PA	*Spoiler,* revestimientos interiores y exteriores	275 °C 300 °C	Bien	Amarillo y azulado	Regular y baja	Suave
Poliamida	PA	Tapacubos, rejillas radiador	350 °C 400 °C	Mal	Amarillo claro	Irregular, herbosa	No
Policarbonato	PC	Parachoques, ensanchamientos de ruedas	300 °C	Mal	Amarillo oscuro	Irregular	Negro amarillento
Policarbonato polibutileno	PC-PBTP XENOY	Rejillas, revestimientos	300 °C 350 °C	Bien	Amarillo	Ancha irregular	Negro
Polietileno	PE	Depósitos, baterías, calefacción-ventilación	275 °C 300 °C	Mal	Amarillo claro y azul	Ancha, corta e irregular	No
Polipropileno	PP	Depósitos de expansión, canalizaciones de calefacción	275 °C 300 °C	Bien	Amarillo claro	Alta, muy irregular	Suave
Óxido de polifenileno	PPO	Cantoneras, salpicaderos	350 °C 400 °C	Bien	Amarillo claro, azul	Irregular y baja	No
Cloruro de polivinilo	PVC	Plastificados y revestimientos de radiador	265 °C 300 °C	Mal	Amarillo y azul	Ancha e irregular	Negro
Resina epoxi	EP	Adhesivos		Bien	Amarilla	Irregular	Negro
Poliéster insatur. + fibra de vidrio	GUP	Portones, capós, isotermos		Mal	Amarillo y azul	Regular	Negro
Poliuretano reticulado	PUR	Espuma integral, derivados, paragolpes, *spoilers,* cantoneras		Bien	Amarillo anaranjado	Irregular y ancha	Negro
Poliéster insaturado	PU	Apoyabrazos, relleno de asientos, salpicaderos				Brillante y clara	

© Ediciones Paraninfo

© Ediciones Paraninfo

Nombre	Desprende hollín	Chisporrotea	Goteo	Resto del residuo	Autoapaga	Olor al apagado
ABS	Sí, copos	Sí	Sí, alargado	Carbonizado	No	Dulzón, a goma
ABS-PC ALPHA	Sí	Sí	Incandescente	Carbonizado	No	Dulzón, a goma
EPDM PA	No	No	Goteo rápido	Gota plana	No	Cera y goma
PA	No	Sí	Goteo lento	Gota cristalizada	No	Agrio, cuerno quemado
PC	Sí	Sí	Acaramelado	Carbonizado, cristalino	Sí	Agridulce
PC-PBTP XENOY	Sí	Sí	Incandescente	Carbonizado	No, fácil	Dulzón y a carburo
PE	No	Sí	Gota muy incandescente	Gota plana	No	Cera
PP	No	No	Goteo rápido	Gota plana como vela	No	Aceite
PPO	No	Sí	Residuo carbonizado	Carbonizado ceniza	No	A ropa quemada
PVC	No	Sí	Descolgado	Carbonizado	Sí	Cable eléctrico
EP	No	Sí, con humo	Se contrae	Incandescente	Sí	Carne quemada
GUP	No	No	No	No	No	
PUR	No	Sí	Incandescente	Irregular carbonizado	No	Irritante
PU			Forma copos			Dulce y desagradable

Figura 9.76. **Combustión de PP.**

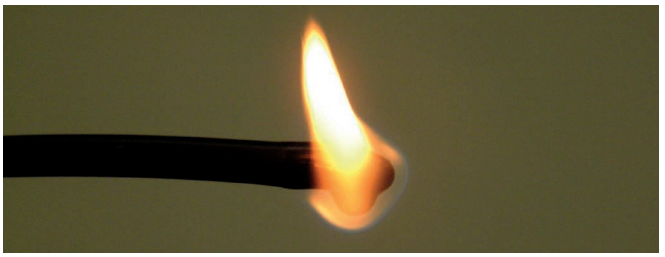


Figura 9.77. **Combustión de PC+PBTP.**

Figura 9.78. **Combustión de PE.**

Figura 9.79. **Combustión de PC.**

9.10.3. Identificación de los termoplásticos por el test de soldadura

Si no disponemos de la información anteriormente mencionada, se puede identificar el tipo de material realizando una prueba de soldadura en la parte interior del elemento con diferentes varillas de plástico.

El proceso a seguir será el siguiente:

1. Quitar la pintura y limpiar una zona de la parte interior del elemento a reparar.
2. Seleccionar la tobera de acuerdo con la medida de la varilla.
3. Ajustar la temperatura de acuerdo con el material a soldar. Dejar unos cinco minutos para conseguir que el soldador alcance la temperatura.
4. Pasar la varilla a través de la tobera y comenzar la soldadura para fijarla al material base. Soldar aproximadamente 2 cm.
5. Retirar el soldador, dejar enfriar y a continuación tirar de la varilla.

Si la varilla se desprende es que ese plástico no es igual, ni compatible con el plástico que constituye el elemento a reparar. Por el contrario, si al tirar no se desprende o deja rastros de esta, la varilla es igual o compatible con el plástico.

En ocasiones, cuando los plásticos no son compatibles, según se va soldando, la varilla se va despegando.

Figura 9.80. **Soldar una varilla.**

Figura 9.81. **Intentar despegar la varilla y verificar si esta se une al plástico o quedan rastros de ella.**

9.11. Reparación de elementos termoplásticos

Los diferentes tipos de materiales termoplásticos pueden ser reparados mediante los siguientes métodos:

- Soldadura por fusión con aire caliente.
- Soldadura por fusión con acetona.

© Ediciones Paraninfo

- Pegado con adhesivos
- Inserción de grapas térmicas.

La soldadura y los adhesivos son los sistemas más empleados en la reparación de termoplásticos, pues con ellos es posible reparar piezas del automóvil de gran volumen, como paragolpes, rejillas, etc., con un marcado interés económico para el taller de carrocería.

La reparación por el método de la acetona está limitada a la adhesión de piezas de pequeño tamaño.

9.11.1. Reparación de materiales termoplásticos por soldadura de aire caliente

La reparación de elementos plásticos por soldadura consiste en aplicar una fuente de calor hasta que los elementos a unir se encuentren en un estado pastoso, momento en el que el material de cada elemento se entrelaza para formar la unión. La unión se refuerza añadiendo un material de aportación de la misma composición o de uno compatible.

Este método de soldadura es muy similar al utilizado para los metales, ya que ambos se basan en el empleo de una fuente de calor, utilizan material de aportación y hasta las uniones se preparan de forma similar. No obstante, existen algunas diferencias que caracterizan a la soldadura de plásticos:

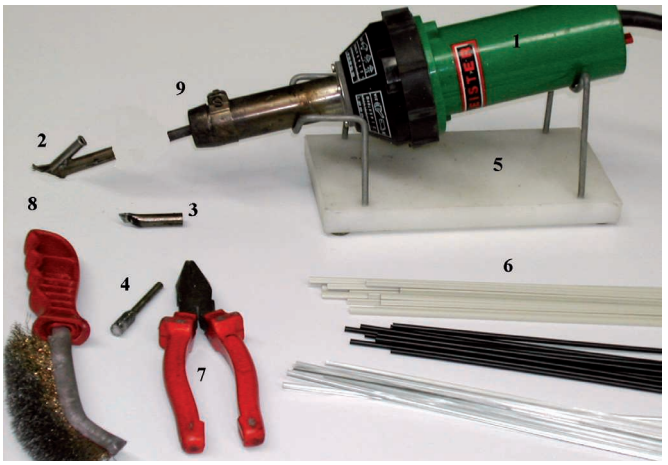
- Los plásticos tienen un rango más amplio de temperaturas de fusión desde que comienzan a ablandarse hasta el momento en que se carbonizan o arden.
- Son malos conductores del calor y por tanto difíciles de calentar uniformemente.
- El material de aportación no se derrite por completo.

Descripción del equipo de soldadura para la reparación de termoplásticos

Los soldadores por aire caliente actuales suministran unos 230 litros de aire por minuto a una temperatura precisa entre 20 °C y 700 °C.

Los soldadores disponen de:

- El interruptor de encendido.
- El potenciómetro para la regulación de la temperatura.
- La tabla de indicadores de temperatura en función de la boquilla utilizada.
- El regulador de aire y el filtro del aire.



1. Soldador.
2. Tobera de soldadura rápida para perfiles de 3,5 mm.
3. Tobera en cuña para soldadura por puntos.
4. Fresa giratoria de 5,5 mm.
5. Soporte de seguridad.
6. Varillas de plásticos.
7. Alicates.
8. Cepillo de alambre.
9. Tobera de soldadura pendular.

Figura 9.82. Equipo de soldadura.

Figura 9.83. Potenciómetro para la regulación de la temperatura.

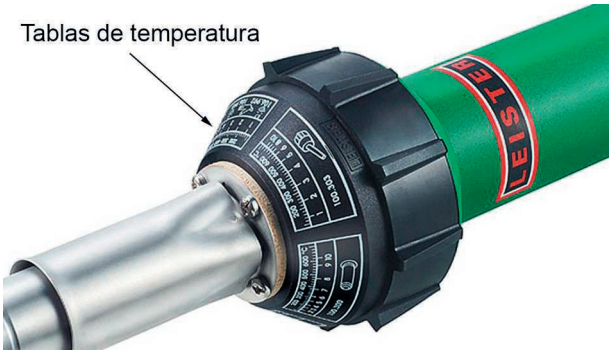


Figura 9.84. Tablas de temperatura en función de la boquilla a utilizar.

© Ediciones Paraninfo

Con este tipo de soldador se pueden realizar distintos trabajos como:

- Aplicar calor para eliminar adhesivos, molduras, pinturas de protección, selladores, etcétera.
- Utilizar como medio para acelerar el curado de adhesivos.
- Realizar el estañado de superficies.
- Conformar elementos termoplásticos que han sufrido pequeñas deformaciones.
- Unir o reparar elementos, pudiéndose proceder de tres formas:
  - — Soldadura pendular.
  - — Soldadura por puntos.
  - — Soldadura rápida.

Figura 9.85. **Despegado de molduras con soldador de aire caliente.**

Para utilizar correctamente el soldador, hay que proceder de la siguiente forma:

1. Conectarlo a la red.
2. Consultar con la tabla que tiene el soldador en el lateral para poder regular la temperatura en función de la tobera a utilizar.
3. Ajustar el potenciómetro a la temperatura indicada en la tabla.
4. Ajustar el caudal de aire.
5. Colocar la tobera correspondiente a la operación que haya que realizar:
   - Tobera de soldadura rápida para uniones con material de aportación.
   - Tobera de cuña para soldadura por puntos.
   - Tobera pendular para soldaduras con material de aportación donde no se pueda utilizar la tobera de soldadura rápida.
   - Sin tobera, para conformar, limpiar o estañar.
6. Accionar el interruptor de encendido y esperar como mínimo dos minutos para permitir al soldador alcanzar la temperatura prefijada.
7. Comenzar a soldar.
8. Una vez terminada la soldadura, girar el potenciómetro a cero y dejar unos minutos para que la resistencia interior se enfríe; a continuación desconectar el equipo.

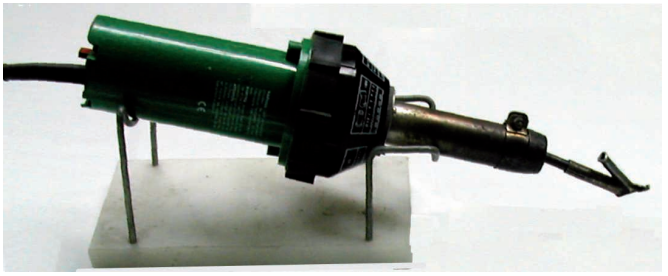


Figura 9.86. **Es recomendable apoyar el soldador sobre su soporte de seguridad mientras esté caliente.**

El material de aportación se proporciona generalmente en varillas de sección triangular (aunque existen otras secciones).

Cada varilla tiene un color que no se corresponde necesariamente con el color del material a soldar. La elección de la varilla se realiza en función de su constitución, que sí ha de ser igual o compatible con el material de los elementos a reparar.

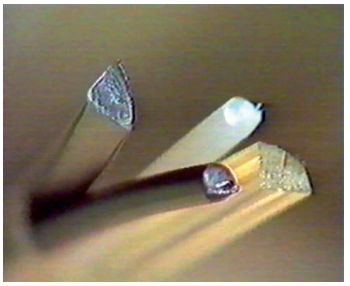


Figura 9.87. **Material de aportación de diferentes colores.**

Es aconsejable tener ordenadas e identificadas las varillas, pues si se mezclan, su identificación llevará un tiempo considerable.

En ocasiones, se pueden presentar elementos cuya composición no se corresponde con las varillas disponibles

© Ediciones Paraninfo

para su reparación. En estos casos, será necesario recurrir a localizar elementos del mismo material y fabricar las varillas necesarias, o localizar trozos de material en la parte posterior del elemento a reparar que se pueda retirar sin que ello afecte a su rigidez o constitución.

En ocasiones, debido a los esfuerzos que deben soportar los elementos a unir, es necesario reforzar la unión con materiales más rígidos. Uno de los materiales más usados es la malla metálica, que puede ser de acero o de aluminio, y se incorpora a la unión calentando la zona de unión hasta el estado pastoso y a continuación presionando la malla hasta que se introduzca parcialmente en el interior de la zona pastosa.

Aspectos a tener en cuenta en la reparación

A la hora de reparar, hay que tener en cuenta los siguientes aspectos:

- La composición de los elementos a reparar.
- La temperatura.
- La presión de soldadura.

La composición de los elementos a reparar

En este método de soldadura solo se pueden soldar elementos cuya composición sea igual o compatible entre sí. Este hecho hace que la primera operación en la reparación de los plásticos sea su identificación, que en ocasiones puede presentar ciertas dificultades.

La temperatura

Cada plástico tiene una temperatura de fusión distinta (con unas variaciones muy estrechas entre cada plástico), lo que puede provocar que el elemento se carbonice, derrita o se deforme si se le aplica la temperatura inadecuada. Es pues muy importante conocer este dato para poder trabajar correctamente cada plástico, tal y como se puede observar en los ejemplos que se exponen en el siguiente cuadro.

Material	Temperatura límite de resistencia al calor	Temperatura de soldeo
ABS	80 °C	350 °C
PE	80 °C	270 °C
PP	80 °C	300 °C
PA	80 °C	400 °C

La presión de soldadura

El material de aportación no se funde del todo (solo la parte exterior), permaneciendo su núcleo duro. Esta característica hace que el soldador tenga que provocar presión (+/−2,5 kg) hacia abajo para que las moléculas de la superficie del material de aportación se mezclen con las moléculas de los elementos a unir o reparar.

Una soldadura correcta se consigue (entre otras cuestiones) manteniendo un equilibrio entre la temperatura y la presión que se ejerce sobre el material de aportación.

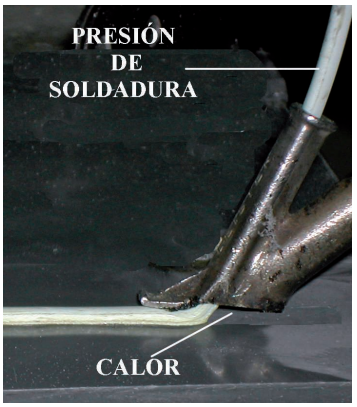


Figura 9.88. **Posición de soldadura.**

Procedimiento de trabajo en la reparación de termoplásticos

Es importante establecer un método correcto tanto en la preparación de los elementos como en el desarrollo de la unión. Los elementos termoplásticos se pueden reparar tanto por la parte exterior como por la interior. Es recomendable que se realice la unión principal por la parte exterior que es la que queda más visible y por la parte interior realizar los refuerzos que sean necesarios.

A continuación se describe un proceso genérico de reparación, detallándose cada paso en apartados posteriores:

1. Identificar el plástico.
2. Limpiar la zona y los elementos a reparar. Esta limpieza se realiza en primer lugar con agua y jabón, dejar que se seque y a continuación desengrasar con un producto específico para plástico. No utilizar disolventes convencionales.
3. Si la reparación consiste en fusionar los lados de una grieta, realizar con taladro de 8 mm en su extremo para detener su posterior avance.
4. Si en el elemento a reparar se han producido pequeñas pérdidas de material, localizar un elemento de la misma composición y darle la forma adecuada para que se acople a la zona dañada.

© Ediciones Paraninfo

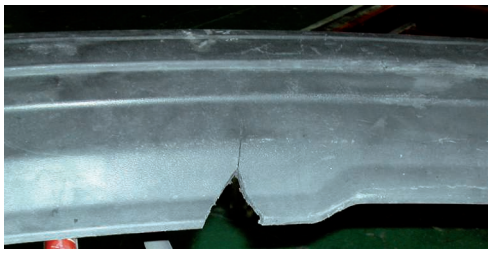


Figura 9.89. **Elemento sintético que presenta pérdida de material.**

Figura 9.90. **Recorte de material para proceder al relleno de la reparación.**

5. Eliminar toda la pintura de la zona a reparar.
6. Realizar una ranura en «V» de 90° en los bordes de los elementos a unir. Teniendo en cuenta que esta debe corresponder con la varilla de aportación y asentar de forma correcta.

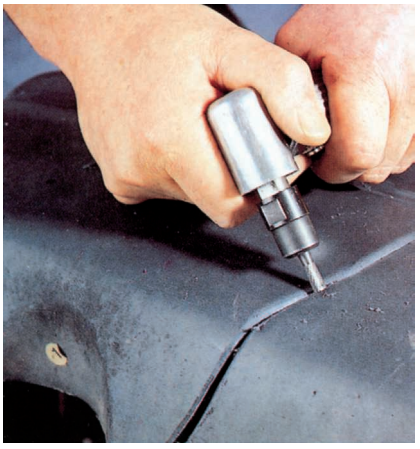


Figura 9.91. **Realización de una ranura en «V» con una fresa de 90°.**

7. Limpiar de nuevo la zona de unión con un limpiador o un disolvente que no ataque al plástico.
8. Inmovilizar, si fuese necesario, los bordes de los elementos con los útiles de sujeción precisos para que no se puedan mover en el transcurso de la soldadura.
9. Al preparar el equipo de soldadura, es necesario dejar calentar el soldador al menos cinco minutos para que este coja la temperatura de trabajo.
10. Realizar una primera soldadura con la tobera de puntear (costura).
11. Preparar el material de aportación.
12. Realizar una soldadura con la tobera rápida.
13. Dejar enfriar y cortar el material de aportación sobrante.
14. Si fuera necesario, realizar las operaciones anteriores también por la parte interior del elemento, y si fuera preciso, añadiendo cordones transversales de refuerzo.

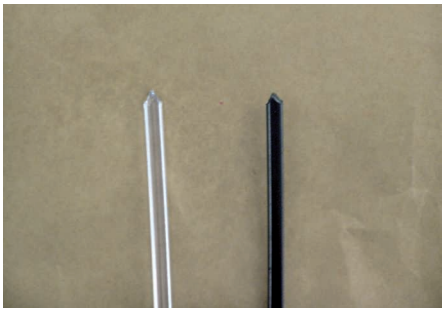


Figura 9.92. **Corte de la varilla en forma de cuña.**

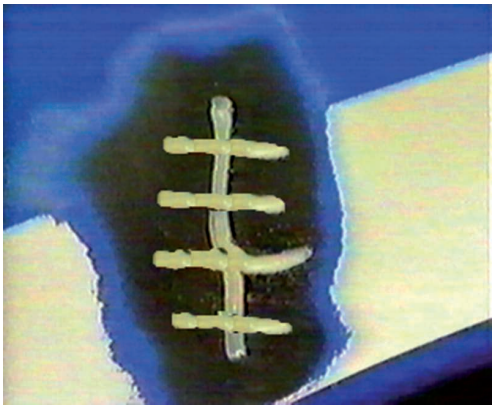


Figura 9.93. **Cordones de refuerzo en la parte posterior.**

15. Preparar la superficie para su embellecimiento.

En ocasiones, debido a los esfuerzos que deben soportar los elementos a unir, es necesario reforzar la unión con materiales más rígidos. Uno de los materiales más usados es la malla metálica, que puede ser de acero o de aluminio y se incorpora a la unión calentando la zona de unión hasta el estado pastoso y a continuación presionando la malla hasta que se introduzca parcialmente en el interior de la zona pastosa.

© Ediciones Paraninfo

PROCESO DE SOLDADURA EN UN ELEMENTO TERMOPLÁSTICO

1 Revisar y definir el alcance de la rotura.

2 Identificar el tipo de plástico del elemento a soldar.

3 Eliminar los restos de pintura en un área de unos 10-15 cm alrededor de la zona dañada.

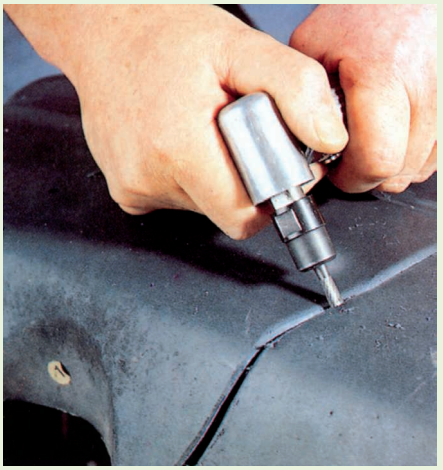
4 Para evitar que la grieta se extienda, taladrar el inicio con una broca de 3 mm.

5 Para que la varilla tenga suficiente superficie de sujeción, realizar un chaflán en forma de «V» de 90° desde el borde de la grieta hasta unos 10 mm después de iniciarse la grieta.

La profundidad del chaflán no debe ser superior a los dos tercios del espesor del material y el ancho estará en relación con la varilla a utilizar.

Para realizar el chaflán, se utiliza una fresa que corta a la vez en su parte frontal y en la zona lateral. Es recomendable utilizarla con una minitaladradora de mucha velocidad, ya que de lo contrario, se corre el riesgo de que continuamente la fresa salte fuera del chaflán.

En caso de no disponer de esta fresa, también se puede utilizar una lima cuadrada.

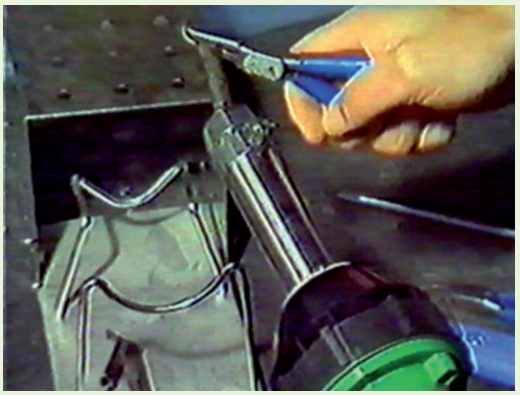


© Ediciones Paraninfo

6 Montar la tobera de puntear.

Preparar el soldador en función de la boquilla a utilizar ajustando la temperatura de funcionamiento según la tabla de ajuste.

Dejar el soldador en funcionamiento al menos cinco minutos antes de comenzar a soldar para que alcance la temperatura regulada.

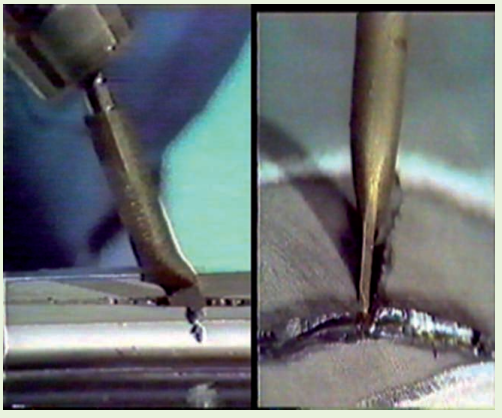


Ajustes del potenciómetro

Código del termoplástico	Temperatura de soldadura	Tobera de soldadura de puntos	Tobera soldadura pendular	Tobera soldadura rápida
ABS	350 °C	4,5	4,5	5
ABS PC	350 °C	4,5	4,5	5,3
PA	400 °C	5,1	5,1	5,6
PBT	350 °C	4,5	4,5	5,3
PC	350 °C	4,5	4,5	5,3
PE DURO	350 °C	3,8	3,8	3,5
PE BLANDO	270 °C	3,5	3,5	4
PP	300 °C	3,8	3,8	4,5
PP-EPDM	300 °C	3,8	3,8	4,5
PUR	300/350 °C	3,8/4,5	3,8/4,5	4,5/5,3
PVC DURO	300 °C	3,8	3,8	4,5
PVC BLANDO	350 °C	4,5	4,5	5,3
XENOY PC	350 °C	4,5	4,5	5,3

7 Para conseguir una unión correcta es necesario que los dos extremos de la unión estén bien alineados. Con este fin se realiza una primera soldadura de punteo.

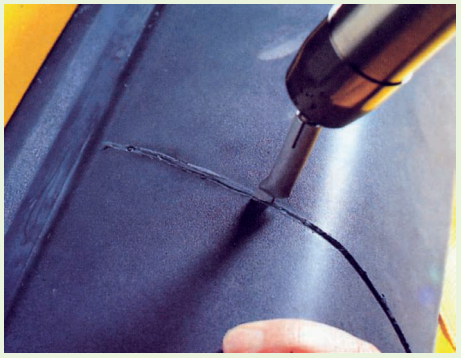
La tobera de puntear debe mantenerse de tal manera que su extremo esté en contacto con la base del chaflán con una inclinación que no exceda de los 20°. A medida que la tobera se desplaza a lo largo de la ranura, el aire caliente ablanda el material que se encuentra frente al orificio de la tobera, mientras que el extremo saliente se emplea para unir el material reblandecido. Si fuese necesario, utilizar gatos o alicates de presión para enrasar las dos superficies.



© Ediciones Paraninfo

8 No debe aplicarse mucha presión a la soldadura a través del aparato soldador, puesto que el material que hay en la base de la ranura es fino y no es robusto. Si en el curso de la soldadura por puntos se producen desalineaciones de poca importancia entre cada lado del panel o entre el nuevo material insertado y el panel puede ser corregido reteniendo las secciones del panel en posición hasta que la soldadura se haya unido y enfriado.

Al final de cada pasada de soldadura, es conveniente cepillar la tobera para limpiarla empleando un cepillo de latón. Cuando queden residuos difíciles de eliminar, elevar el nivel de calor hasta el máximo para ablandarlos y de esta manera retirarlos más fácilmente.

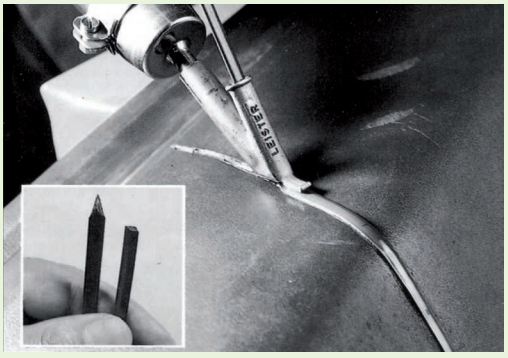


9 Utilizando unos alicates, retirar la tobera de puntear y montar la tobera de soldadura rápida.

Ajustar la temperatura del soldador en función de la nueva boquilla, dejándolo funcionar al menos dos minutos.

Preparar el extremo del material de aportación en forma de punta de lapicero para asegurar un buen relleno del chaflán al comienzo de la soldadura.

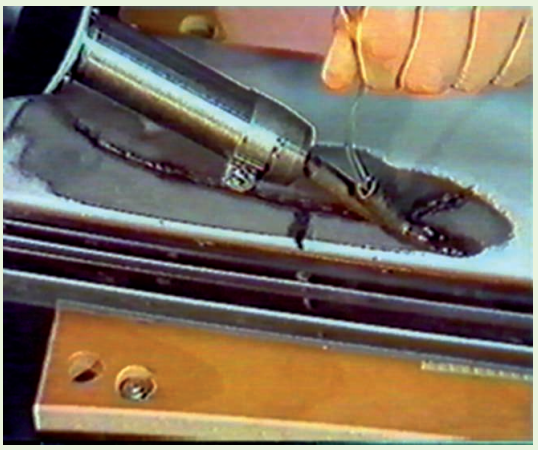
Insertar el material de aportación a través del alimentador de la tobera sobresaliendo unos 3 mm o 4 mm.



10 El trozo de material de aportación que sobresale debe estar más allá del comienzo del borde, para que el calor sea dirigido sobre el punto de arranque de la soldadura.

Cuando el material plástico de la superficie muestra señales de ligera «humidificación» puede desplazarse la tobera a lo largo del chaflán, manteniendo el soldador de tal forma que la base de la tobera pase paralelamente a la superficie del componente. El extremo de la tobera debe reposar sobre la varilla a soldar, mientras que debajo de la base debe existir una separación de 3 mm. Si la parte interior de la tobera está en contacto con la superficie, se puede producir un sobrecalentamiento del material y quemarse.

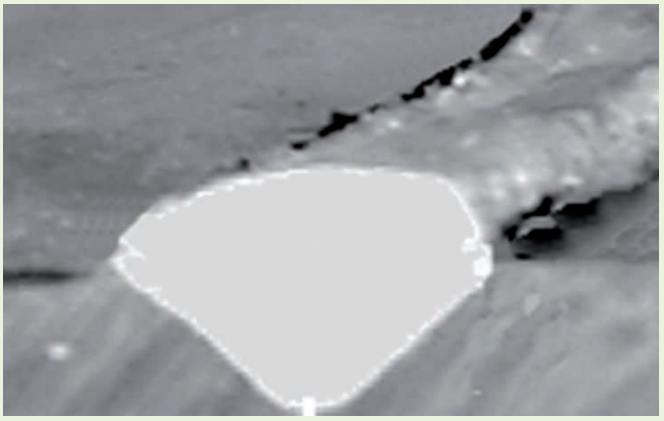
11 La varilla de soldar debe alimentarse continuamente con la mano dentro de la tobera ejerciendo una presión hacia abajo de 2,5 kg aproximadamente (no debe aplicarse ninguna fuerza hacia abajo a través del aparato de aire caliente). Esta fuerza es suficiente para empujar la varilla ablandada dentro de la ranura. Siempre que sea posible, la soldadura debe completarse con una pasada continua a lo largo del contorno de la grieta.



© Ediciones Paraninfo

12 La coincidencia correcta entre el material de aportación y el chaflán tiene lugar cuando se observa que la varilla se ha ablandado y va introduciéndose en la tobera, y aparecen en la soldadura dos cordones uniformes en los bordes del chaflán que quedan un poco elevados respecto a la superficie de los elementos soldados.

Se debe procurar no desplazar demasiado rápido el soldador (puesto que no daría tiempo para que el material se reblandeciera), ni demasiado lento (ya que conduciría a sobrecalentamiento e incluso chamuscamiento o distorsión del material plástico).

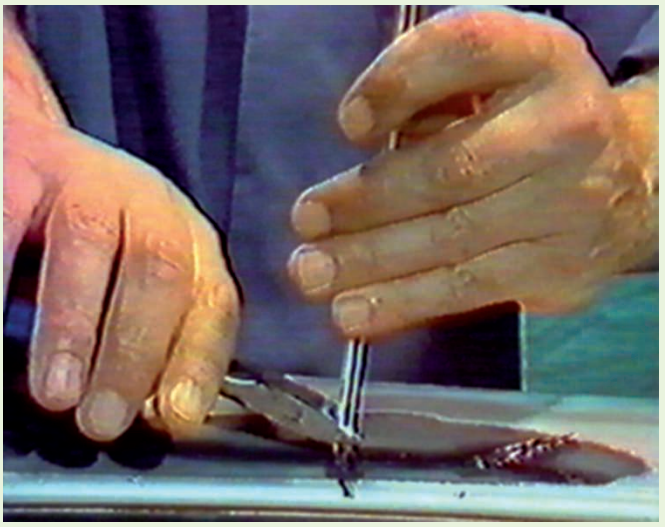


13 Completada la soldadura, retirar el aparato de aire caliente, deslizando la tobera sobre el material de aportación que ha sobrado. No desconectar el soldador hasta verificar que el aire sale frío por la tobera.

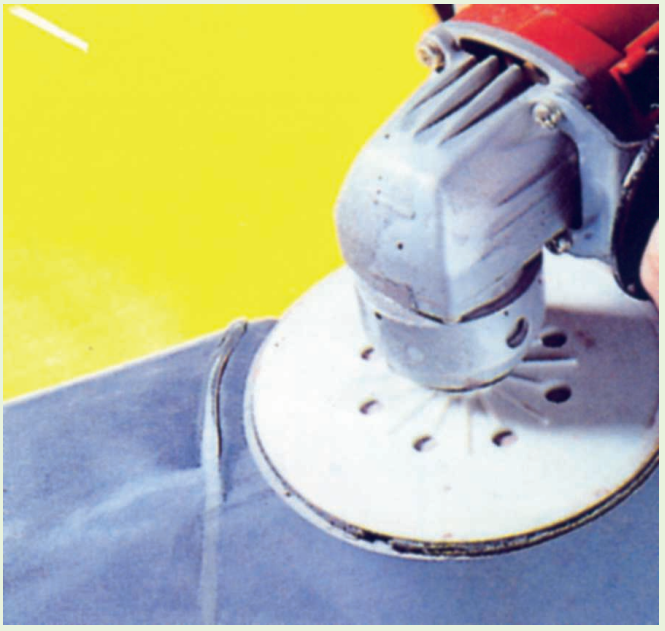
Cuando la varilla se haya enfriado, cortar el extremo no soldado lo más próximo posible a la soldadura.

La soldadura terminada debe presentar el aspecto de una línea continua y uniforme. Esto confirma que la varilla ha sido soldada correctamente.

Si la soldadura ha sido realizada con éxito pueden añadirse soldaduras de refuerzo en la parte interna del elemento. Para realizar estas soldaduras de refuerzo se siguen las mismas operaciones descritas anteriormente.



15 El cordón solamente debe ser alisado cuando se haya enfriado, ya que las soldaduras calientes tenderán a obstruir el disco de lijar. Hay que recordar también que el material plástico es un material blando que dará de sí fácilmente cuando se usen abrasivos. Por esta razón, hay que usar en primer lugar un disco de P-120, pasando después a P-180 y por último a P-320, siempre en pasadas cortas, evitando el embazamiento de la lija, consiguiendo un acabado suave que quede preparado para los tratamientos de preparación y embellecimiento de la superficie.



© Ediciones Paraninfo

9.11.2. Soldadura pendular

Cuando las grietas o hendiduras pasen a través de las esquinas ajustadas, puede resultar difícil emplear la tobera de soldadura rápida para conseguir una soldadura satisfactoria. En estos casos, será más efectiva la técnica de la soldadura pendular.

Con la ranura preparada de la manera anteriormente descrita, la soldadura se realiza empujando la varilla con la mano dentro de la ranura en «V» con un ángulo de 80° a 90° con respecto a la ranura. La mano empuja la varilla con una fuerza de unos 2 kg mientras que el aparato de aire caliente aplica calor sobre la base de la varilla y dentro de la ranura en una acción de movimiento pendular constante.

La oblicuidad de la acción pendular está determinada por el espesor del material a soldar con respecto al espesor del material de aportación. Esto asegura que todos los elementos implicados en la soldadura estén en el mismo estado de fusión.

Figura 9.94. **Soldadura pendular.**

9.11.3. Normas de seguridad y salud laboral

Algunas normas de seguridad y salud laboral que son importantes de tener en cuenta son:

- Durante las operaciones de fresado, es necesario llevar guantes, gafas de protección y máscara protectora contra el polvo para evitar la irritación ocasionada por las partículas finas removidas por la herramienta fresadora.

Figura 9.95. **Equipo de protección personal para la soldadura de plásticos.**

- Existen determinados tipos de plásticos que a temperaturas altas, como las empleadas en los procesos de soldadura, desprenden emisiones de gases e hidrocarburos muy volátiles, que son nocivos por inhalación, por lo que es preciso el uso de mascarillas.
- No hay que olvidar que las virutas de plástico pueden ser tan abrasivas para los ojos como el metal. Es conveniente llevar guantes y gafas protectoras.
- Cuando se utilice el soldador de aire caliente, es importante tener presente que el tubo de salida adquiere una temperatura muy alta, por lo que es recomendable el uso de guantes y dejar el soldador apoyado sobre un soporte adecuado cuando no se utilice.

© Ediciones Paraninfo

9.11.4. Defectos en la reparación por soldadura de aire caliente

Las explicaciones y las imágenes detallan las causas y los defectos más frecuentes de la soldadura de materiales termoplásticos:

1. La soldadura fue iniciada correctamente, pero terminada deprisa. No existe cordón, lo que indica apresuramiento o temperatura de soldadura demasiado baja.
2. No se dejó que el soldador alcanzara la temperatura de soldadura correcta antes de iniciarla, y la soldadura fue terminada demasiado pronto, dejando un agujero.
3. La soldadura fue iniciada demasiado tarde y el extremo de la varilla no fue preparado en forma de punta.
4. Se ha aplicado demasiada presión a la varilla de aportación, dejando un cordón bajo o deformado.
5. La temperatura de soldeo es demasiado alta para ese material, lo que forma burbujas en los lados del cordón. El área reparada puede romperse.

Figura 9.96. **Defectos más comunes debidos a una mala regulación de la temperatura o presión necesarias.**

9.11.5. Corrección de deformaciones en los materiales termoplásticos

En algunas ocasiones, los golpes que reciben los plásticos no son causa de rotura de estos elementos, pero sí producen una deformación en la pieza que es posible recuperar gracias a la cualidad que poseen los termoplásticos para variar su forma con el calor si se ha deformado o abollado ligeramente.

Para restituir la forma original con este procedimiento, realizar el siguiente proceso:

1. Identificar el plástico para colocar el potenciómetro del soldador a la temperatura adecuada. La boquilla a utilizar estará en función de la intensidad y amplitud de la deformación, aunque normalmente se utilizará sin boquilla, debiéndose vigilar en todo caso el comportamiento del plástico.
2. Lavar el elemento deformado (a ser posible lavarlo con agua caliente).
3. Preparar los útiles de sujeción o empuje que sean necesarios para trabajar y moldear la zona deformada.
4. Aplicar calor de manera uniforme sobre la parte interna y externa de la deformación. Observar el comportamiento del elemento para evitar que llegue a estado pastoso.
5. Con los útiles preparados, ejercer presión por la parte opuesta a la deformación antes de que se enfríe el material. Si es preciso, mantener el elemento en una determinada posición, utilizando los útiles de sujeción.
6. Enfriar rápidamente la zona, aplicando agua fría con un paño y observar cómo ha evolucionado el conformado del elemento.
7. Repetir el calentamiento, conformando y enfriando la zona tantas veces como sea necesario, observando su evolución.

La zona a reparar puede alcanzar temperaturas muy altas, por lo que es necesario utilizar guantes de protección.

9.11.6. Reparación por el método de la acetona

Por medio de este sistema de reparación es posible la unión de piezas pequeñas (patillas de pilotos, faros, etc.) de algunos termoplásticos sensibles a la acetona.

© Ediciones Paraninfo

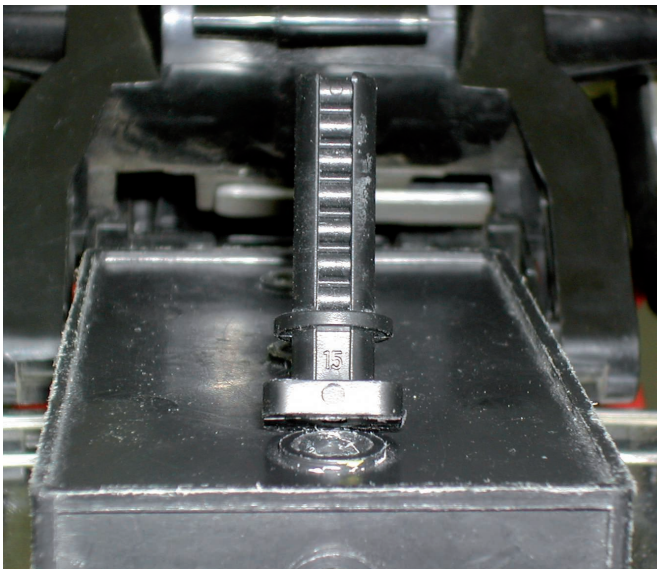


Figura 9.97. **Patilla de un componente rota.**

La aplicación de gotas de acetona a las piezas que se pretende unir provoca un estado pastoso (producto del ataque de este disolvente sobre algunos de los termoplásticos) en su superficie que se aprovecha para que las piezas se adhieran.

También es posible el empleo de plástico de refuerzo.

Este método de adhesión no es válido para el polietileno y polipropileno, puesto que estos plásticos no son disueltos por la acetona. Los plásticos de acrilonitilo butadeno estireno (ABS) son los más adecuados para efectuar este método de reparación.

A continuación se describe el proceso correcto, a través de la reparación de un soporte en el que se ha producido la rotura desde su base.

El proceso se iniciará identificando el tipo de plástico mediante uno de los medios descritos anteriormente; a continuación:

PROCESO DE REPARACIÓN POR FUSIÓN CON ACETONA

1 Localizar una pieza del mismo material plástico y con la ayuda de una cuchilla raspar los bordes con el fin de obtener pequeñas ralladuras de este material.

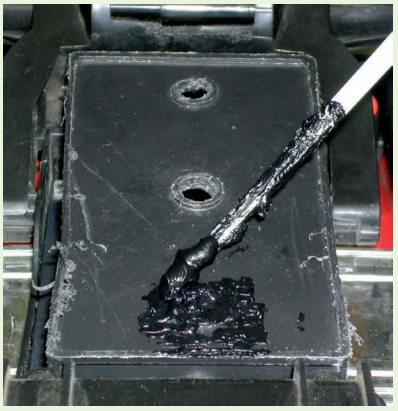
2 Utilizando un pequeño recipiente metálico, de PP o PE, añadir una pequeña cantidad de acetona y las raspaduras de plástico extraídas anteriormente.

© Ediciones Paraninfo

3 Con la ayuda de una varilla, agitar la mezcla para conseguir que la acetona disuelva el plástico, y se obtenga un producto pastoso uniforme.

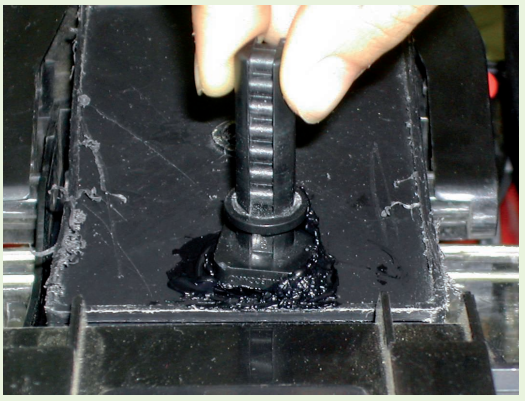
4 Aplicar acetona en ambas caras de las piezas a unir y esperar el tiempo necesario para que la acetona comience la disolución del plástico.

Aplicar (con la ayuda de la varilla) la pasta conseguida sobre la base donde se tiene que acoplar el soporte.

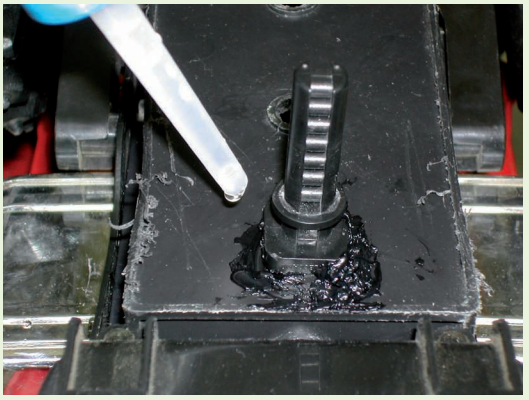


5 Hacer lo mismo sobre la superficie de contacto del soporte.

6 Colocar el soporte en su posición correcta y ejercer una ligera presión para provocar que la materia de ambos elementos se mezcle.

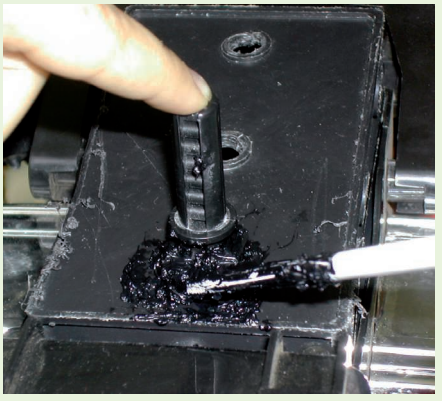


7 Una vez colocada la pieza, y con el fin de mejorar su resistencia, aplicar de nuevo unas gotas de acetona alrededor de la unión.



8 Utilizando de nuevo la varilla, aplicar la masa pastosa alrededor de la unión, con el fin de reforzarla aún más.

Para ver que la reparación del soporte ha concluido satisfactoriamente, solo queda dejar evaporar la acetona y montar el elemento en el automóvil.



© Ediciones Paraninfo

9.11.7. Reparación con adhesivos

La reparación de los elementos plásticos de la carrocería mediante adhesivos consiste en unir las superficies dañadas mediante la aplicación de un adhesivo con afinidad a los sustratos, de forma que se produzca su anclaje a las superficies y las fije. En estas reparaciones los aspectos fundamentales son la idoneidad —compatibilidad del adhesivo o su rigidez lo más parecida posible al material de la pieza— así como la preparación adecuada de las superficies a unir, ya que los plásticos son materiales de baja tensión superficial y por tanto de difícil pegado. Los adhesivos suelen ser de base poliuretánica, de resinas epoxi o de poliéster.

La reparación con estos productos se realiza con productos cremosos que cuando curan o endurecen pueden formar un todo con las partes de pieza dañada uniendo, rellenando e incluso reforzándola.

Materiales de trabajo

Para la aplicación de estos aditivos se emplean un buen número de productos y útiles que resumimos a continuación:

1. En primer lugar hay que contar con el equipo básico de materiales de aportación propio del fabricante que incluye adhesivos específicos, limpiadores desengrasantes e imprimaciones para mejorar la adhesión a la pieza, incluso materiales de refuerzo.

1. Imprimación para plásticos.
2. Limpiador.
3. Adherente.
4. Mallas de refuerzos.
5. Adhesivos.
6. Boquillas mezcladoras.
7. Pistola de extrusión.

Figura 9.98. Equipo básico de reparación.

2. Por otro lado es necesario contar con una serie de útiles para manipular-adaptar y dar forma al adhesivo adecuadamente sobre el contorno de la pieza.

Figura 9.99. Útiles de conformado.

3. También son necesarios unos útiles para orientar las partes de la pieza deformadas y para mantenerlas unidas mientras se produce el endurecimiento completo del adhesivo.

Figura 9.100. Elementos de fijación.

4. Además, el trabajador debe contar con las máquinas y los consumibles necesarios para la preparación previa a la aplicación del adhesivo (limpieza, taladrado, avellanado de la superficie colindante y para el nivelado final de la superficie que permita el acabado correspondiente).

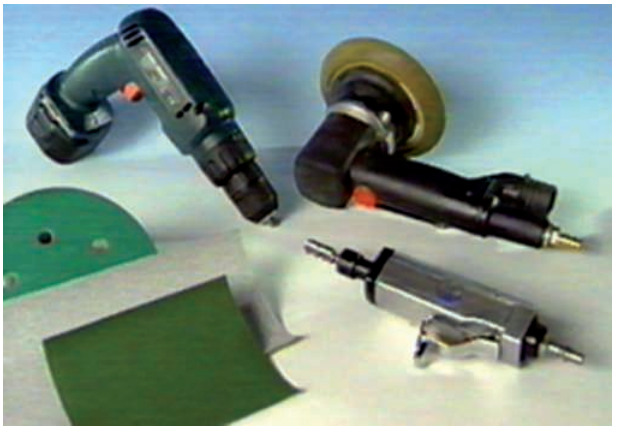


Figura 9.101. Máquinas auxiliares y lijas.

© Ediciones Paraninfo

PROCESO DE REPARACIÓN CON ADHESIVOS

El proceso se basa, además de en los adhesivos, en la aplicación sistemática de un método que debe ser riguroso en su aplicación y que se desarrolla en los distintos ejemplos que se exponen en esta unidad, de esta aplicación va a depender la calidad de la reparación.

Un proceso importante y común en este método de reparación es la preparación del adhesivo; proceso que se desarrolla a continuación de forma genérica con un adhesivo bicomponente:

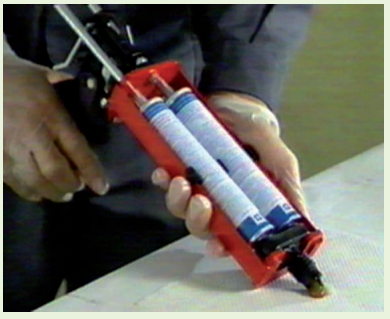
1 Retirar el fondo protector del cartucho situado en la parte posterior de este.

2 Quitar el tapón de los cartuchos y perforar el protector. Para ello introducir el útil que viene incorporado en los cartuchos. Una vez preparado en el primer cartucho, limpiar el útil antes de perforar el segundo para evitar que los productos tengan contacto dentro de los cartuchos.

3 Acoplar los dos cartuchos en la boquilla de salida.

4 Montar el conjunto en la pistola de extrusión.

5 Accionar la pistola hasta que los dos productos salgan por separado de forma uniforme por la boquilla de salida.

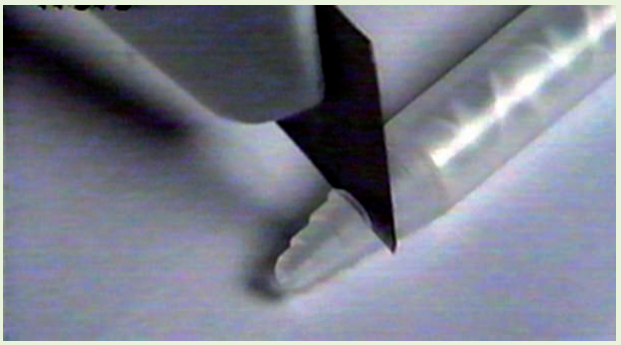


6 Limpiar los productos que han salido por la boquilla para no manchar la zona de trabajo.

7 Montar la boquilla donde se van a mezclar los productos (boquilla mezcladora) y apretar el racor de sujeción.

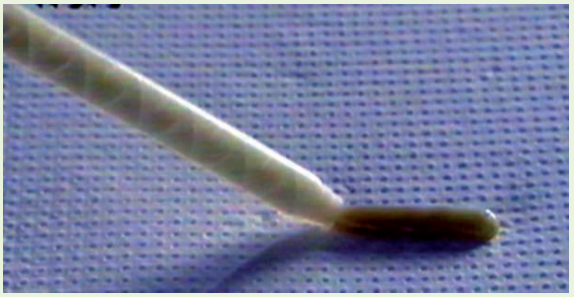
© Ediciones Paraninfo

8 Cortar la boquilla mezcladora en función del grosor del cordón que se necesite.



9 Realizar un cordón de prueba. La mezcla de los productos debe presentar una coloración uniforme.

Aplicar el adhesivo de una sola vez y sin interrupción.



PROCESO DE REPARACIÓN DE UN ELEMENTO CON FALTA DE MATERIAL

1 Una vez desmontado el elemento del vehículo, realizar la limpieza de este, tanto del interior como del exterior con agua y jabón.

2 Con una broca de un diámetro de 2 o 3 milímetros, realizar unos taladros al inicio de cada vértice, para evitar que las grietas que se han observado se prolonguen.

3 Lijar la zona dañada y la zona adyacente para dejar una superficie apta para la aplicación del adhesivo.

Realizar esta operación por ambos lados del elemento.

Utilizar un disco abrasivo P-36/P-50.

Utilizar los medios de protección adecuados.

4 Con la ayuda de una fresa, biselar los bordes del agujero en forma de «V», procurando que no formen esquinas ni rincones con el fin de crear una mayor y mejor superficie de contacto con el adhesivo, aumentando de esta forma la resistencia de la reparación.

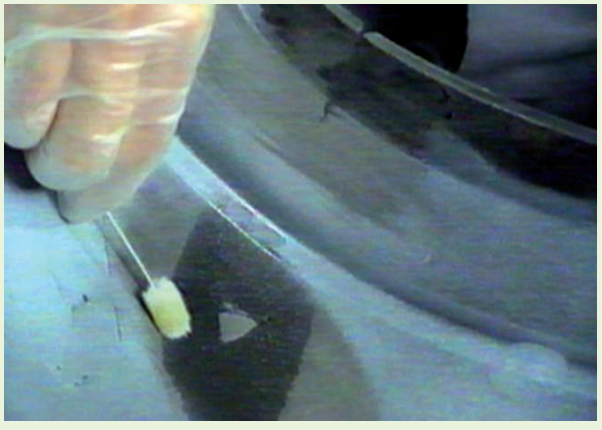
© Ediciones Paraninfo

5 Desbarbar los bordes utilizando una cuchilla para que no queden fibras sueltas.

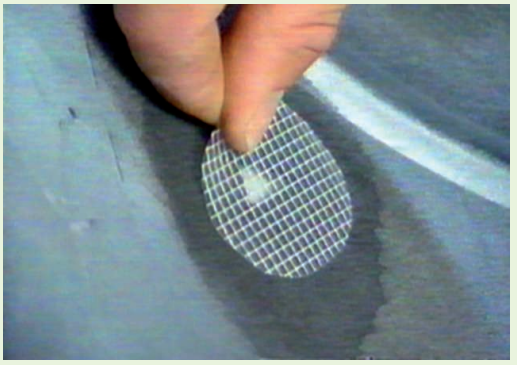
6 Lijar los bordes del agujero y los cantos de los arañazos profundos que se hayan producido en la colisión.

7 Limpiar la zona interior y exterior con un limpiador para plástico y secar bien.

Aplicar la imprimación alrededor de la zona dañada y dejar secar durante unos diez minutos (dependiendo del producto).

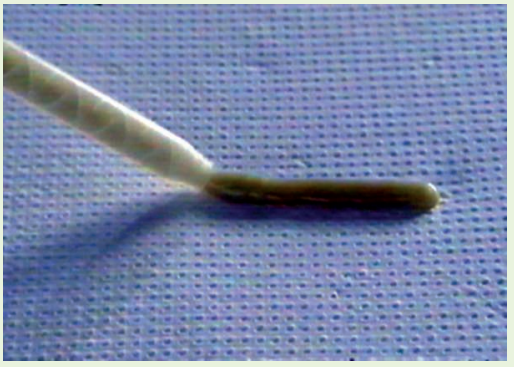


8 Recortar un trozo de malla de fibra de forma que sea unos 20 mm mayor que la zona que le falta al material por la parte interior del elemento para reforzar la reparación.



9 Recortar un plástico de contorno (lámina de polietileno) por cada zona exterior del elemento donde se tenga que aplicar el adhesivo. Las dimensiones de estas láminas deben de ser 20-30 mm superior a la zona afectada.

10 Preparar el adhesivo y realizar un cordón de prueba sobre un papel o cartón, para no manchar la zona de trabajo.

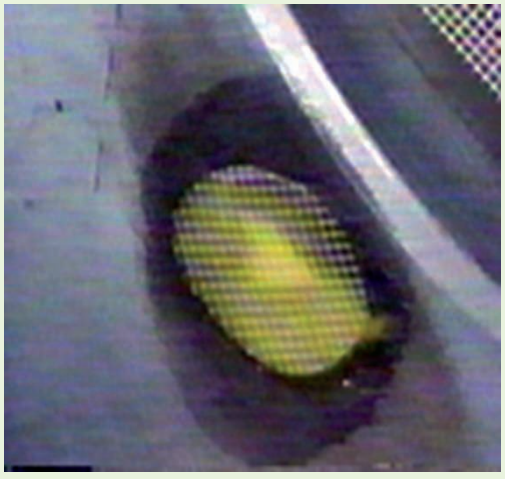


Aplicar el adhesivo en la malla preparada sobre el lado de la rejilla (el lado contrario tiene una lámina plastificada).

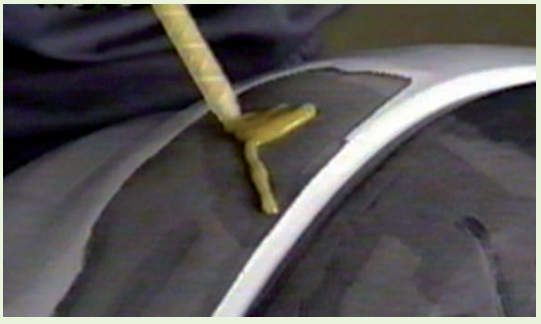
© Ediciones Paraninfo

11 Extender el adhesivo uniformemente con una espátula o un pincel.

12 Situar la malla de forma centrada respecto al agujero, presionándola con el pincel para que no se formen burbujas de aire.

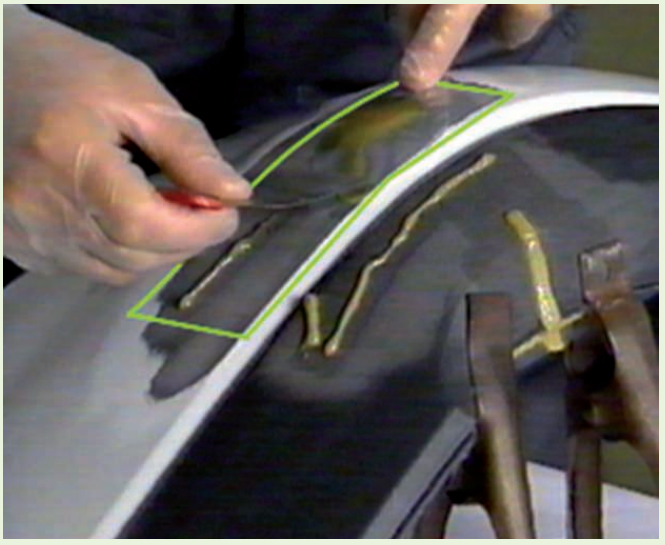


13 Aplicar el adhesivo sobre la parte exterior del elemento, rellenando el agujero y los arañazos del alrededor. Para evitar la formación de burbujas en el rellenado, situar la punta de la boquilla mezcladora lo más dentro posible del agujero y hacer salir el adhesivo.



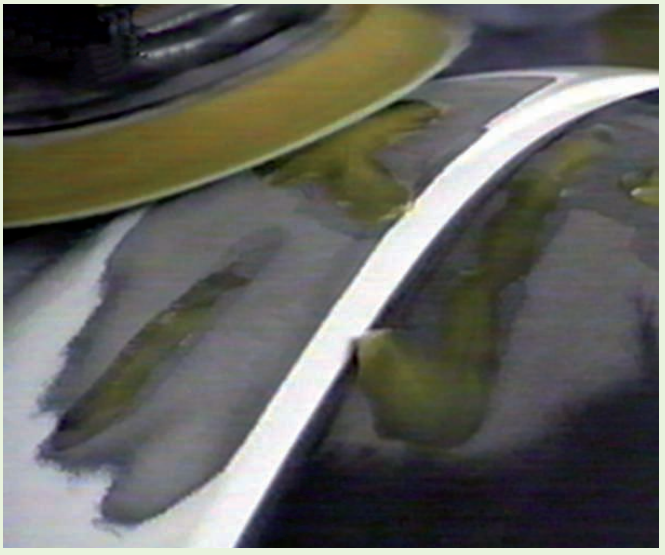
14 Colocar el papel de contorno preparado anteriormente sobre la zona en la que se ha aplicado el adhesivo y con la utilización de una espátula moldear el contorno externo del elemento. No ejercer mucha presión, para evitar que el adhesivo se salga del agujero, o que la malla que se colocó en la zona interior se desprenda.

Extender lo mejor posible el adhesivo siguiendo el contorno del elemento, de esta forma el trabajo posterior de preparación de la superficie será menor.



15 Dejar secar correctamente el adhesivo (bien a temperatura ambiente o utilizando un secado forzado).

Desmontar la lámina de contorno y comenzar con el lijado y los procesos previos para el embellecimiento del elemento.



© Ediciones Paraninfo

PROCESO DE REPARACIÓN DE UNA GRIETA

1 Limpiar la zona con agua y jabón.

Realizar un taladro con una broca de unos 3-4 mm al inicio de la grieta para evitar que se pueda prolongar.

Lijar la zona alrededor de la grieta, tanto del lado exterior como interior del elemento.

2 Con la utilización de una fresa o lijadora, biselar en forma de «V» los bordes de la grieta por el lado exterior del elemento.

3 Desbarbar los bordes utilizando una cuchilla para que no queden fibras sueltas.

4 Lijar los cantos de los bordes de la grieta.

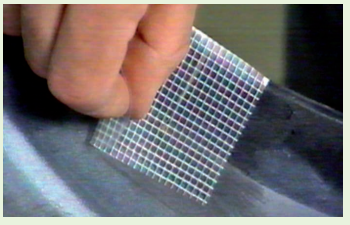
5 Preparar un soporte de sujeción para que los bordes queden bien alineados. Este soporte se puede realizar con dos trozos de chapas y unas pinzas. Las chapas se colocarán una en cada lado del elemento y se sujetarán con las pinzas.

Para que las chapas no se queden adheridas, recortar una lámina de contorno para que se interponga entre el elemento y las chapas.

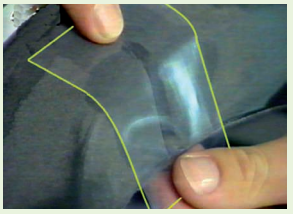
6 Limpiar la zona con un limpiador de plástico por ambos lados.

Aplicar la imprimación por ambos lados sobre la zona dañada. Dejar que la imprimación se seque correctamente.

7 Preparar la malla de refuerzo de forma que se extienda unos 20 mm sobre cada lado de la grieta en el lado interior del elemento.



8 Preparar una lámina de contorno para el lado exterior del elemento que cubra la zona dañada.



© Ediciones Paraninfo

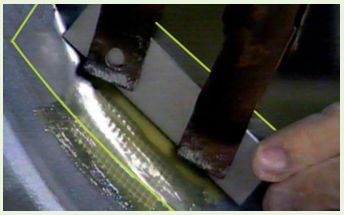
9 Preparar el adhesivo y realizar un cordón de prueba sobre un papel o cartón para no manchar la zona de trabajo.

10 Retirar la lámina protectora de la malla (transparente).

Colocar la malla por el lado autoadhesivo en el interior del elemento, cubriendo la zona dañada.

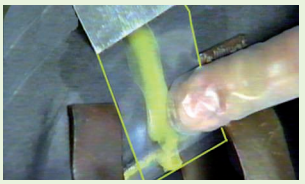
Aplicar el adhesivo sobre la malla adherida en el interior del elemento y extenderlo uniformemente.

Colocar el soporte preparado, intercalando la lámina de contorno.



11 Rellenar de adhesivo la grieta desde la parte exterior del elemento, procurando que no se formen burbujas de aire.

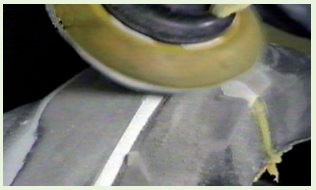
Colocar la lámina de contorno sobre la zona que se ha aplicado el adhesivo y con una espátula moldear el contorno del elemento.



12 Dejar secar el adhesivo.

Retirar la lámina de contorno y el soporte de sujeción.

Lijar la zona exterior y realizar los procesos de embellecimiento de la superficie.



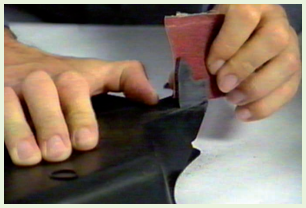
PROCESO DE REPARACIÓN DE PEQUEÑOS ELEMENTOS

En ocasiones, cuando los desperfectos que se producen en el vehículo son pequeños, se puede evitar la sustitución del elemento reparándolo con adhesivo y utilizando una técnica adecuada de reparación.

En el ejemplo que se desarrolla a continuación se propone un proceso para reparar el soporte de anclaje de una tapa, que puede servir como referente en la reparación de este tipo de desperfectos.

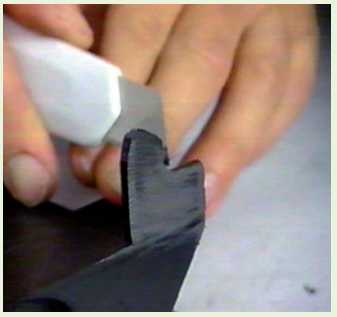
Figura 9.102. **Soporte con desprendimiento de material.**

1 Lijar la superficie en la que posteriormente tiene que aplicarse adhesivo.



2 Realizar un pequeño biselado en los bordes que se tienen que unir.

3 Recortar con una cuchilla todas las rebabas que tenga el soporte.

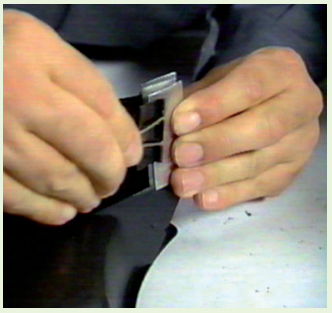


© Ediciones Paraninfo

4 Preparar un sistema de sujeción de los elementos para inmovilizarlos mientras se seca el adhesivo. En este ejemplo se utilizan dos pequeñas chapitas con una pinza para papel.

Preparar una lámina de contorno para evitar que el adhesivo se fije a los soportes y las pinzas.

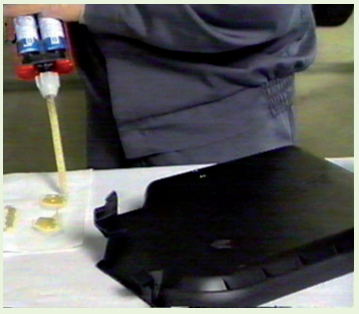
Preparar dos mallas de refuerzo con las dimensiones de cada lado del soporte.



5 Limpiar la zona con un limpiador de plásticos.

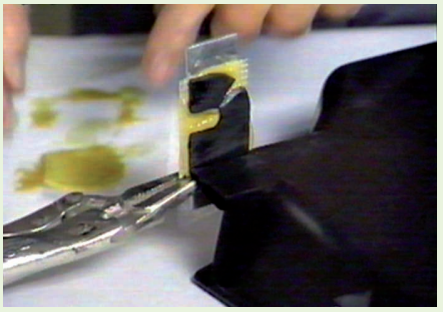
Aplicar la imprimación y dejar secar.

Preparar el adhesivo y realizar un cordón de prueba en un papel o cartón para no manchar la zona de trabajo.



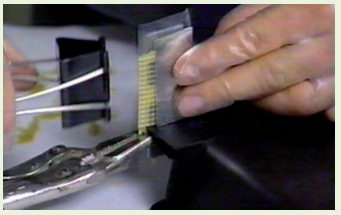
6 Aplicar el adhesivo en un lado y colocar una lámina de malla de refuerzo inmovilizándola con unas mordazas y una de las chapas anteriormente preparadas.

Colocar el trozo de soporte que se ha biselado a sus bordes.

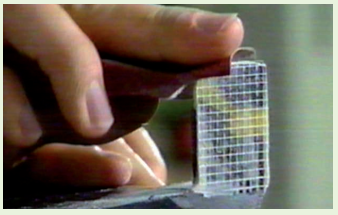


7 Aplicar el adhesivo en la otra malla de refuerzo y colocarla en el otro lado del soporte.

Colocar la otra chapa de sujeción y fijarla con la pinza para papel.



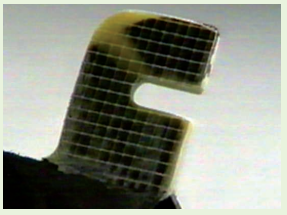
8 Una vez secado el adhesivo, retirar los soportes y lijar los bordes.



9 Taladrar y serrar la zona de la ranura.

Limar y retocar los contornos.

10 La pieza ya está preparada para los trabajos de embellecimiento.



11 En las figuras que aparecen a continuación se pueden observar otros ejemplos de cómo reparar pequeños elementos:

© Ediciones Paraninfo

PROCESO DE REPARACIÓN DE UN ELEMENTO PLÁSTICO CON CIANOACRILATO Y CARGAS DE BICARBONATO

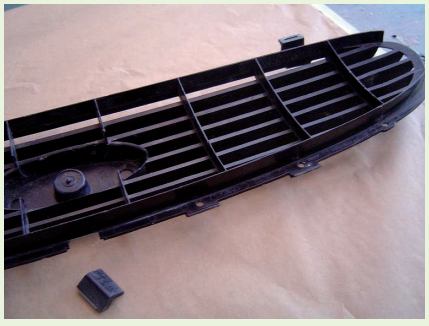
Este método es un conjunto de adhesivo a base de cianoacrilato y bicarbonato. El bicarbonato actúa como carga de refuerzo para mejorar la rigidez y la resistencia mecánica en la adhesión.

El equipo necesario para realizar esta operación se basa en:

- Adhesivo de cianoacrilato.
- Bicarbonato.
- Lija P-80.
- Desengrasante de plásticos.

1 Bote de cianoacrilato y de bicarbonato.

2 Rejilla con patilla de soporte rota.



3 Vista por ambas caras de la pieza rota.

4 Lijar las caras a unir con un abrasivo de grano P-80.

5 Desengrasar la zona a unir con un desengrasante específico para plásticos y un estropajo abrasivo.

6 Posteriormente limpiar la zona con un papel.

7 Presentar la pieza a unir sobre su soporte y verificar el posicionamiento.

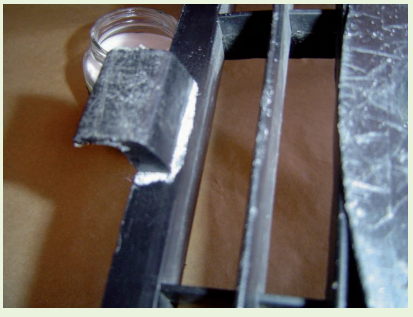
8 Aplicar el adhesivo sobre la superficie base.

© Ediciones Paraninfo

9 Aplicar adhesivo sobre la patilla y añadir bicarbonato sobre la zona aplicada.

10 Posicionar la patilla sobre la pieza base y añadir una pequeña cantidad de bicarbonato sobre la periferia de las piezas unidas.

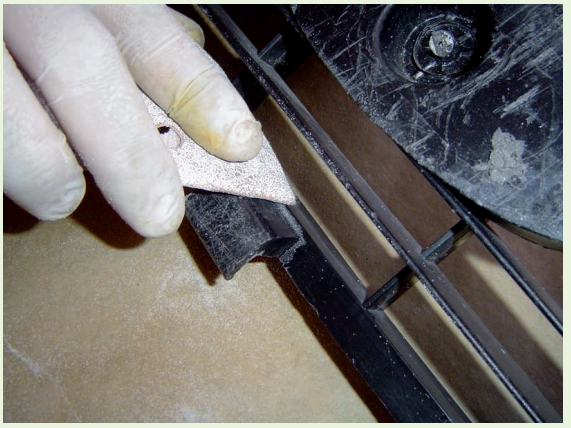
11 Eliminar el sobrante de bicarbonato.



12 Aplicar más adhesivo por la parte interior de la unión.

13 Aplicar bicarbonato sobre la parte interior de la unión para generar un cordón de adhesivo y bicarbonato tan grueso como se estime conveniente.

14 Dejar secar y eliminar con una lija P-80 las zonas colindantes a la reparación que por aspecto o montaje se consideren necesarias.



15 Aspecto final de la reparación.

© Ediciones Paraninfo

9.11.8. Reparación mediante inserción de grapas térmicas

La tecnología de reparación de plásticos mediante grapas térmicas mejora la calidad de la reparación y reduce el tiempo empleado en el proceso. Junto a las mejoras técnicas hay que añadir su contribución al respeto al medio ambiente, ya que estas ventajas estimulan el reciclaje de las piezas mediante su reutilización.

Este sistema presenta otra gran ventaja que consiste en que no requiere la identificación del tipo de plástico.

Figura 9.103. **Ejemplo de aplicación.**

El proceso se basa en unir los extremos de la grieta con grapas insertadas en el propio plástico mediante el calentamiento de la grapa proporcionado por el paso de corriente a través de ella, con el que se consigue la temperatura suficiente para fundir el plástico y se pueden introducir en él, formando un cuerpo con el propio plástico. No se debe olvidar que esta tecnología no se puede aplicar en plásticos termoestables, ya que ni se funden o lo hacen muy parcialmente y ocurre igual con la adhesión de la grapa.

El equipo consta de:

- Transformador.
- Pinza de trabajo.
- Grapas.

El transformador proporciona un voltaje de trabajo seguro y una intensidad de trabajo suficiente.

Incluye al propio transformador con un potenciómetro para regular el equipo, a los cables de alimentación o conexión a la red del taller y a los cables de suministro o salida de corriente hacia la pinza de trabajo por una manguera de seguridad.

Figura 9.104. **Ejemplos de equipos de reparación de plástico mediante inserción de grapas por fusión.**

Algunas marcas ya han diseñado equipos sin cable, tipo petaca, que montan una pila recargable y una luz dirigida a la grapa, que facilita el trabajo aún más.

Figura 9.105. **Aplicador tipo petaca.**

La pinza de trabajo cuenta con tres partes diferenciadas, una zona que permite sujetar las grapas durante su inserción en el plástico, colocándolas en la posición deseada respecto a la grieta. Esta pinza también lleva un microinterruptor que permite al operario controlar los tiempos de calentamiento de la grapa para un resultado adecuado. Otra parte es el extremo donde va conectada la manguera de corriente que viene del transformador y en el otro se encuentran los electrodos de trabajo que permiten fijar las grapas.

Las grapas son hilos de acero con dos extremos que se pueden acoplar a los electrodos de la pinza y una parte central con diferentes formas para adaptarse mejor a la geometría de la pieza.

© Ediciones Paraninfo

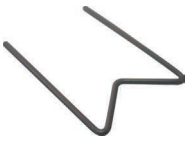
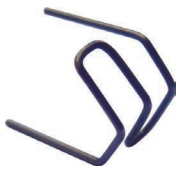
En «S»	
En «W»	
En «M»	
En «V», diferentes tipos para adaptarse a esquinas	
	
Combinada	
De pletina, para refuerzo en piezas de baja resistencia	
De muelle, para el alisado final.	

Figura 9.106. **Tipos de grapas más comunes.**

Técnica de trabajo

El proceso consiste en alinear y fijar los extremos de la grieta reforzando la zona al dejar insertada la propia grapa.

1. Primero se debe limpiar y desengrasar correctamente la zona de trabajo, en especial la unión.
2. Alinear los extremos de la grieta, calentando el plástico cuando necesite reconformación o eliminación de tensiones propias del daño.
3. Realizar un taladro de tres milímetros al final de la grieta para evitar que esta siga progresando en caso de vibraciones.
4. Eliminar las rebabas del material sobrante.
5. Fijar bien el alineado de toda la grieta y especialmente la parte donde se inserta cada grapa. Para ello se pueden emplear mordazas de carrocero que permiten salvar desniveles en la configuración de la pieza.
6. Elegir la forma de la grapa que mejor se adapte al daño.
7. Colocar la grapa en los electrodos de la pinza.
8. Conectar y regular el equipo según el espesor de la pieza.
9. Posicionar la grapa de forma centrada sobre ambos lados de la grieta.
10. Pulsar el microinterruptor hasta que se funda el plástico y se pueda introducir el espesor de la grapa, **sin que traspase totalmente la pieza.**
11. Realizar un pequeño giro para introducir más la grapa dentro del plástico.
12. Soltar el pulsador, esperar a que el plástico se endurezca y soltar la grapa tirando de la pinza. Colocar el número de grapas que requiera la extensión de la grieta o la resistencia final necesaria.
13. Recortar los extremos de las grapas al terminar o después de colocar cada una, según resulte más fácil la reparación. **Tener en cuenta la necesidad de evitar lesiones en la manipulación posterior.**
14. Para mejorar el acabado se puede nivelar la superficie pasando la grapa en forma de muelle sobre la superficie reparada.
15. Limpiar, recoger y almacenar correctamente todos los elementos del equipo.
16. El aspecto de acabado por la parte exterior, según se requiera, puede ser mejorado mediante los procesos de nivelado y acabado necesarios.

© Ediciones Paraninfo

Seguridad laboral en el proceso

Con el fin de proteger la seguridad del trabajador se deben seguir y respetar las normas de seguridad generales y las particulares del proceso que se detallan seguidamente:

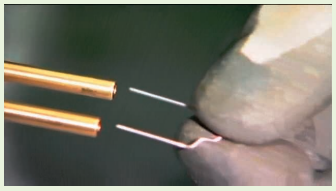
- Se deben respetar estas precauciones de seguridad.
- Emplear las mascarillas de protección adecuadas para polvo y gases nocivos.
- Usar guantes para evitar quemaduras.
- Usar gafas de seguridad que eviten daños debidos a proyecciones del plástico o de grapas al cortar los extremos sobrantes.
- Evitar el contacto con las grapas o los electrodos cuando aún estén calientes.
- Asegurar una ventilación suficiente del área de trabajo.

PROCESO DE REPARACIÓN DE LA PATILLA DE UN FARO

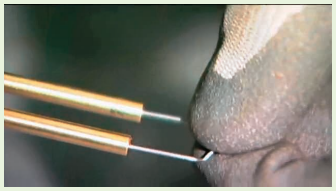
1 Limpiar, desengrasar y preparar correctamente la pieza.

2 Elegir el tipo de grapa más adecuado.

3 Enfrentar la grapa seleccionada.



4 Colocarla bien introducida para facilitar su inserción en el plástico.



5 Colocar la patilla en la posición correcta.

6 Orientar y ajustar bien la patilla.

7 Comprobar la pieza y los útiles.

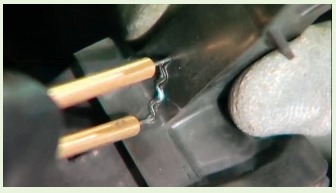
8 Preparar el transformador, botón de encendido.

9 Seleccionar el nivel de intensidad.

10 Pulsar el microinterruptor durante unos cinco minutos para precalentar la grapa.

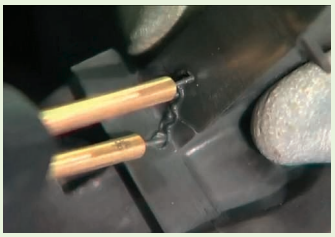
11 Orientar la grapa sobre ambos lados de la rotura.

12 Introducir la grapa sin soltar el pulsador de calentamiento.

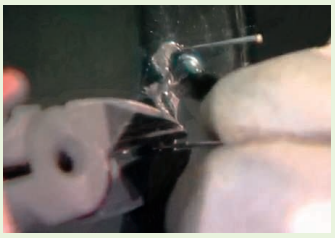


© Ediciones Paraninfo

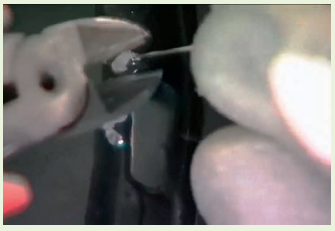
13 Esperar unos segundos para que se enfríe y endurezca el plástico y retirar la pinza aplicadora tirando de ella.



14 Cortar un extremo de la patilla sujetándolo para que no salte y poder recogerla fácilmente.

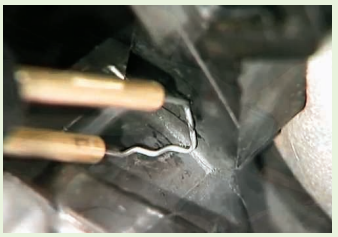


15 Recortar la otra patilla de la misma forma. Evitar los restos que puedan dañar al operario en la manipulación de la pieza.

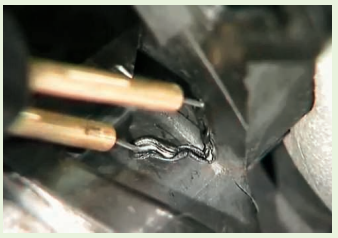


16 Introducir el número de grapas necesarias y comprobar el resultado.

17 En caso necesario, repetir el proceso por la parte contraria del soporte, empleando grapas que se adapten al nuevo contorno de la pieza.

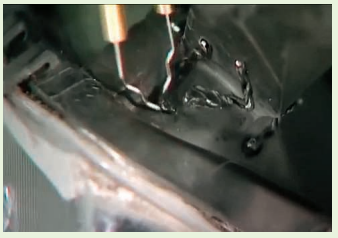


18 Retirar la pinza con las precauciones descritas.



19 Recortar los extremos sobrantes.

20 En algunos casos se decide alisar los restos con grapas del mismo tipo o bien empleando la grapa de tipo muelle.



PROCESO DE REPARACIÓN DEL SOPORTE DE UN PARAGOLPES

1 Preparar la pieza dañada.

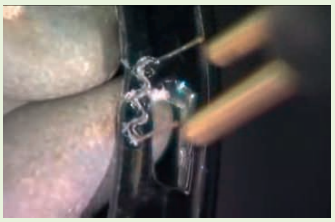
2 Detalle del chavetero roto.

3 Alinear bien los extremos.

4 Introducir la grapa sujetando desde la parte contraria.

© Ediciones Paraninfo

5 Una vez endurecido el plástico, retirar la pinza.



6 Cortar las puntas sobrantes.

7 Aspecto final de la reparación.

8 Comprobación de la resistencia final.

9.12. Los plásticos termoendurecibles y su reparación

Siempre que se proceda a la reparación de una rotura o fisura de un elemento termoendurecible, es necesario garantizar la resistencia de la pieza reparada. Si no es posible garantizar la reparación del elemento dañado, en cuanto a las funciones que desempeña, así como los aspectos de seguridad del vehículo, se debe proceder a su sustitución.

La reparación de este tipo de plástico se puede realizar con adhesivos (descrita en el apartado anterior), pero también se pueden reparar con resinas de poliéster y fibra de vidrio, proceso que se desarrolla a continuación.

El equipo necesario para la reparación, además de los útiles comunes de sujeción y corte, está formado por:

- Balanza de precisión.
- Probetas graduadas.
- Recipientes adecuados a los productos que se van a utilizar.
- Brocha fina.
- Refuerzos.
- Resina, catalizador y activador.
- Limpiador o disolventes de acetona.
- Masilla de poliéster reforzada.
- Lijadora radial con disco abrasivo P-40.
- Lijadora excéntrico-rotativa y disco abrasivo P-180.

9.12.1. Resinas

Son sustancias de consistencia líquida o pastosa, cuyas propiedades de adhesión permiten la unión de los componentes de la pieza que se fabrica o repara y proporcionan la dureza necesaria. Las resinas de uso más generalizado son:

- Resinas epoxi.
- Resinas de poliéster.

Las resinas de poliéster han encontrado extensas aplicaciones en el automóvil como agentes impregnadores y para fabricar laminados estratificados, dada su gran resistencia al choque, al tiempo que poseen una gran resistencia química. Pueden utilizarse para fabricar rellenos y pigmentos, en el primer caso para mejorar las propiedades mecánicas y en el segundo para mejorar la protección y la estética.

El endurecimiento de estas sustancias se produce por la acción de un catalizador y un activador que, mezclados a la resina, producen una reacción química que transforma el producto de un estado líquido o pastoso a uno sólido. Este proceso químico se denomina «polimerización».

El activador es un acelerador de la polimerización que permite que esta se produzca a temperatura ambiente.

El catalizador es el producto que provoca la reacción de polimerización.

La dosificación de estos productos se puede realizar de dos maneras (por volumen o por peso), teniendo en cuenta que la mezcla debe ser lo más exacta posible y siempre respetando las cantidades de producto que hay que añadir.

© Ediciones Paraninfo

La preparación de la resina que a continuación se describe es de carácter general y válida para la mayoría de los fabricantes, la dosificación de los tres productos se hace por medio de una balanza de precisión.

La técnica de preparación por peso es la siguiente:

1. Colocar en una balanza de precisión un bote metálico vacío y limpio, y realizar el tarado de la balanza.
2. Echar en el bote la cantidad de resina necesaria para realizar la reparación.
3. Al peso de la resina indicado por la balanza añadirle un 0,2 % de activador, mezclando correctamente los dos productos.
4. Añadir el catalizador en proporción del 2 % al 4 % sobre el peso inicial de la resina, dependiendo del tiempo que se estime necesario para su manipulación. Un 2 % proporcionará mayor tiempo antes de su catalización que si se le añade un 4 %.
5. El tiempo de catalización de la mezcla con un 2 % es de aproximadamente unos 10 minutos. Transcurrido este tiempo, el producto queda inservible para su utilización.
6. Homogeneizar bien la mezcla. Si a la resina se le tiene que añadir polvos de silicio o fibras de vidrio cortas para realizar rellenos o pequeños refuerzos, este es el momento de hacerlo.
7. El tiempo de aplicación de la resina es de 15 minutos.

Cuando los trabajos que se realicen requieran de un tiempo muy prolongado, es recomendable para el total. Realizar cantidades manejables para evitar un endurecimiento prematuro, sin tiempo para aplicarlo todo.

Es muy importante subrayar que si se mezcla el catalizador y activador de forma directa se puede producir una reacción explosiva o inflamación de la mezcla.

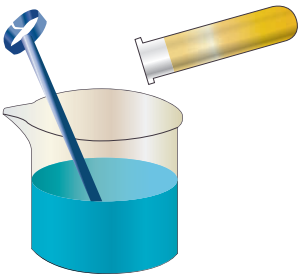
Los fabricantes pueden suministrar resina con activador incorporado, de tal forma que solo sea necesario añadir el catalizador para obtener el producto deseado. El inconveniente de este sistema es que su período de almacenaje es inferior.

Las resinas deben elaborarse a una temperatura no inferior a 15 °C. Al variar la temperatura lo hace también el tiempo de endurecimiento, que aumenta con la temperatura. Este hecho tiene mucha importancia, ya que dependiendo de la época del año (sobre todo en invierno o verano) habrá que ajustar la dosificación.

Si se desea reducir el tiempo de endurecimiento, se debe emplear una cabina de secado o una lámpara de rayos infrarrojos (distancia mínima a la zona reparada: 70 cm).

Otro método de preparación de la resina es utilizando unas probetas graduadas:

1. Echar la resina en un recipiente, y si se quiere colorear, mezclar 30 g de colorante por cada 1000 g de resina, agitando la mezcla hasta que el color esté uniforme.



2. Preparar la dosificación del activador, en una proporción de 3 g de catalizador por cada 1000 g de resina (la densidad aproximada de 1 cm^3 = g).

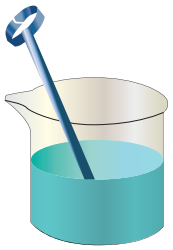
3. Mezclar la resina y el activador hasta homogeneizar la mezcla.

© Ediciones Paraninfo

4. Preparar la dosificación del catalizador, en una proporción de 20 g de catalizador por cada 1000 g de resina.

5. Incorporar el catalizador a la mezcla de la resina con el activador y homogeneizar la mezcla.

   Añadir, si fuera el caso, polvos de silicio o fibras de vidrio cortas.



9.12.2. Refuerzos

Los refuerzos se utilizan en las reparaciones cuyos desperfectos han provocado que el elemento haya perdido parte de su rigidez mecánica, o donde se haya producido pérdida de material.

Existen distintos productos que se utilizan como refuerzo y que a continuación se exponen en la tabla siguiente (algunos de ellos son comunes en la reparación de termoplásticos):

Materiales	Suministrado en:
Aluminio	Fibras
Acero	Fieltros
Acero inoxidable	Mallas
Cobre	Lanas
Níquel	Alambre
Tungsteno	Hilos
Boro	Polvo
Carbón	Hilos
Carburo de silicio	Esferas
Grafito	Tejidos
Silicato de aluminio	Láminas
Vidrio	Fibras
Aramida	Fibras
Carbono	Hilos
Nailon	Mallas

La misión principal que tienen estos refuerzos es contribuir a que la reparación adquiera la rigidez y la resistencia mecánica adecuada.

Los refuerzos que más se suelen utilizar son la fibra de vidrio, las mallas de acero inoxidable y los polvos de silicio.

Fibra de vidrio

Su historia se remonta a la época de los egipcios, que descubrieron sus propiedades para armar las ánforas de las tumbas de los faraones.

La fibra de vidrio se obtiene de las materias primas necesarias para la fabricación del vidrio: sílice, cal, alúmina, magnesita, además de ciertos óxidos en cantidades muy precisas. Todos estos productos finamente triturados y amasados se introducen en un horno hasta conseguir el estado líquido deseado.

Las características mecánicas del material mejoran notablemente; el vidrio en masa tiene una resistencia a la tracción de 7 kg/mm^2 a 14 kg/mm^2, sin embargo en forma de fibra de vidrio su resistencia llega hasta los 30 kg/mm^2.

Según el uso a que se destinen se fabrican diversos tipos de fibra de vidrio, siendo los principales los siguientes:

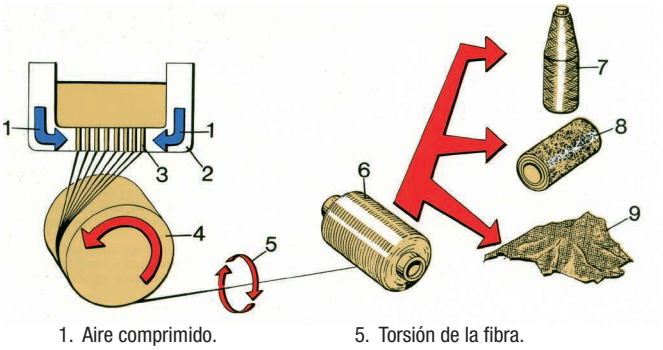
Vidrio «E»	Para uso general; posee buenas propiedades eléctricas
Vidrio «R»	Para usos que requieran elevada resistencia mecánica
Vidrio «C»	Para capas superficiales de estructuras anticorrosión o particularmente sujetas a solicitaciones químicas
Vidrio «D»	Para usos que requieran elevadas propiedades dieléctricas

A continuación se indica el método de fabricación de la fibra de vidrio, cuyo conocimiento permitirá comprender por qué el vidrio (símbolo de fragilidad), puede

© Ediciones Paraninfo

volverse considerablemente flexible y resistente cuando se transforma en fibra.

El método de transformación se inicia en un horno de fusión (2), construido de materiales refractarios especialmente resistentes a las altas temperaturas (1600 °C) lleva una serie de hileras debajo del cuerpo delantero (3). Estas hileras son a su vez hornos de aleación de platino-rodio calentados eléctricamente y provistos de una abertura en la parte superior y de una serie de orificios en la base.



1. Aire comprimido.
2. Horno de fusión.
3. Hileras y hornos de platino-rodio.
4. Tambor perforado giratorio.
5. Torsión de la fibra.
6. Bobina de enrollado.
7. Bobina de hilo *roving*.
8. Rollos de tela *mat*.
9. Esterillas.

Figura 9.107. Esquema de fabricación de fibra de vidrio.

Estos orificios tienen un diámetro de 2 mm y se prolongan formando un canal circular. Por ellos, gracias al empuje generado por la inyección de aire comprimido (1), se extruye una varilla de vidrio fundido.

Las varillas extruidas (todas ellas del mismo diámetro que el orificio de salida) se juntan en un haz y se llevan a un tambor (4) que gira a mucha velocidad. El brusco estirado y torsión (5) producido por la aceleración de la varilla, adelgaza esta hasta un diámetro de solo algunas micras. EI hilo así formado se apresta para crear el hilo base, adecuado para los sucesivos procesos de elaboración, como:

- Bobina de hilo enrollado.
- Bobina de hilo *roving*.
- Rollos de tela *mat*.
- Esterillas.

Bobina de hilo *roving*

Está constituida por hilos de vidrio paralelos y enrollados formando una bobina. Se obtiene por acoplamiento de los hilos de base (*roving* ensamblado) o directamente de la hilera (*roving* directo o multifilamento).

Los hilos que lo constituyen se tratan debidamente con un apresto compuesto, entre otros ingredientes, por un agente de «puenteo» que garantiza la adhesión de los hilos de vidrio a la matriz plástica que se pretende reforzar.

Los *roving* representan la forma de refuerzo más utilizada. Existen numerosas aplicaciones, cada una de las cuales requiere un tipo de *roving* distinto. Los *roving* se diferencian por:

- El tipo de vidrio (vidrio E, Rl, II C II, II D).
- El diámetro del filamento.
- El índice del hilo base y/o el índice global.
- El apresto.

Rollos de tela *mat*

Las *mat* son refuerzos constituidos por fibras uniformemente distribuidas en un plano, sin ninguna orientación dominante, y aglomeradas por una resina para formar un fieltro enrollado. Los hilos que constituyen las *mat* pueden estar cortados a una longitud predeterminada o tener una longitud cualquiera. Una particularidad de las *mat* es que confieren al material al que se incorporan características de isotropía (igual resistencia en todas direcciones).

Tecnológicamente, las *mat* presentan un comportamiento variado; las *mat* de hilos cortados están destinadas principalmente a tecnologías basadas en el empleo de moldes abiertos, los hilos de vidrio se cortan a una determinada longitud (generalmente 50 mm) y se mantienen unidos por medio de un aglomerante de elevada solubilidad en estireno y otros monómeros (el aglomerante está constituido por una resina de poliéster en polvo con aglomerante sólido o por una emulsión polivinílica con aglomerante líquido).

El empleo de las *mat* de hilos cortados está reservado a la tecnología de la aplicación manual de capas de refuerzo, ya sea aisladamente o en unión de otros tipos de refuerzo, por lo general esterillas o tejidos.

Las *mat* monohilo se utilizan exclusivamente para tecnologías basadas en el empleo de moldes cerrados.

Esterillas

Se obtienen tejiendo *roving* expresamente destinados, a esta aplicación.

En su producción se contempla la realización de diversos tipos de esterillas que se diferencian en lo siguiente:

- El tipo de *roving* utilizado en la urdimbre y en la trama.
- El índice de los *roving*.

© Ediciones Paraninfo

- La armadura, es decir, la disposición recíproca de los *roving* de urdimbre y de trama.
- El número de *roving* por unidad de longitud de urdimbre y de trama respectivamente.

En función de estos parámetros, existen esterillas de diferente peso y constitución, y más o menos apretadas.

9.12.3. Masillas de poliéster reforzadas

Son masillas compuestas de resinas de poliéster y pequeñas partículas de fibra de vidrio. Están especialmente indicadas para retocar pequeños arañazos en piezas de plástico o de poliéster. Para su uso es necesario mezclarlas con el catalizador que se suministra en una proporción aproximada del 2 % al 3 %. La vida de la mezcla a una temperatura ambiente de 20 °C es de aproximadamente de 4 o 5 minutos y el tiempo de secado para poder ser lijada es de 20-30 minutos a 20 °C.

9.12.4. Productos de limpieza

El proceso de limpieza de estas reparaciones tiene una gran importancia debido a la necesaria fijación de las resinas, fibras y masillas sobre el soporte objeto de la reparación. Para ello se emplearán limpiadores específicos, o disolventes como la acetona que es muy volátil, y se prescindirá de usar otros más grasos, como los disolventes de pinturas. Antes de aplicar los productos de relleno es necesario que todo el disolvente se haya evaporado.

9.12.5. Técnica de reparación de un material termoestable

El primer paso en el proceso de reparación de una pieza o componente es evaluar si es conveniente su reparación o su cambio, a continuación detectar si el elemento ha sufrido daño en su estructura, o simplemente se han producido en él arañazos o ralladuras más o menos profundas.

En los casos en que la reparación es simplemente un problema de aspecto, y no se haya dañado la estructura del elemento, no se hace necesaria la reparación con fibra de vidrio, solamente se utilizará resina mezclada con polvo de silicio y se empleará una masilla reforzada con fibra de vidrio, consiguiéndose un importante ahorro de tiempo.

En caso de que se hayan producido daños en la estructura del elemento, el proceso es un poco más largo, pero la calidad de la reparación está asegurada si se sigue paso a paso el proceso adecuado.

A continuación se describe el proceso de reparación de cuatro tipos de daños distintos, que pueden servir de referentes para la reparación de otros daños similares:

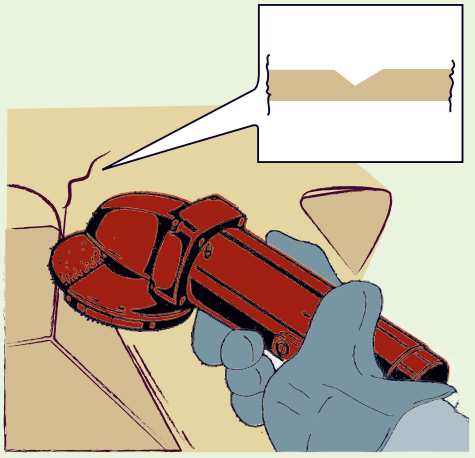
- Una grieta que no llega a atravesar completamente el material.
- Una grieta que traspasa el elemento de parte a parte.
- Un elemento con pérdida de material (agujero).
- Procedimiento de unión de dos elementos (sustitución parcial).

PROCESO DE REPARACIÓN DE UNA GRIETA NO PASANTE

En ocasiones, el desperfecto producido es un daño leve. En estos casos, para garantizar que la reparación adquiere el aspecto y la resistencia original, realizar el siguiente proceso de reparación:

1 Repasar la grieta con una lijadora radial y disco abrasivo de grano P-40 hasta su origen, achaflanando los bordes en una anchura de cuatro a cinco veces el espesor de la pieza a cada lado de la grieta.

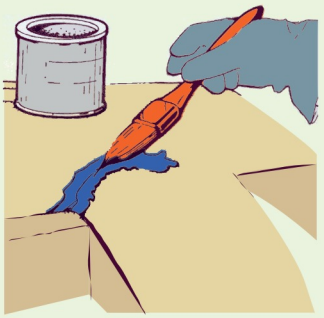
Eliminar la pintura en todo el perímetro de la zona achaflanada con disco abrasivo de grano P-180 y una máquina lijadora excéntrico-rotativa provista de aspiración de polvo, con el objeto de preparar una buena base de anclaje de los productos de la reparación.



© Ediciones Paraninfo

2 Desengrasar y dejar evaporar el producto de limpieza utilizado. Preparar la resina.

Impregnar la parte achaflanada con una brocha empapada de resina.

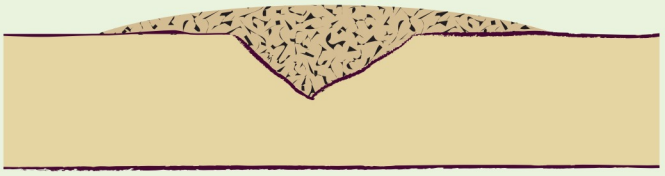


3 Añadir a la resina polvos de silicio y fibras cortas.

Rellenar la parte achaflanada con la mezcla de resina, polvos de silicio y fibras cortas.

Limpiar con acetona la brocha y el recipiente.

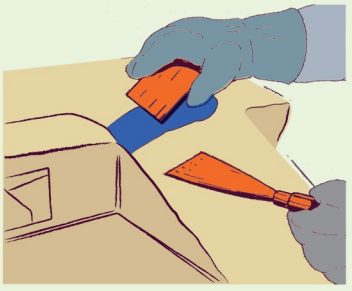
Si es necesario, acelerar el endurecimiento con una lámpara de rayos infrarrojos colocada a una distancia de 70 cm.



4 Una vez seco el producto se procede al lijado de la superficie con una máquina lijadora provista de aspiración de polvo y un disco abrasivo de grano P-80.

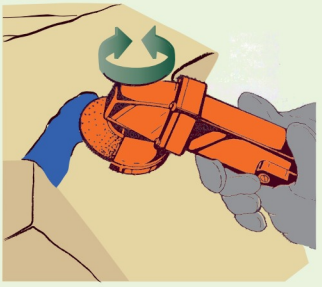
Limpiar y desengrasar la zona afectada.

Aplicar masilla de poliéster para eliminar las posibles imperfecciones.



5 Lijar en seco con un disco abrasivo de grano P-80.

Preparar la superficie del elemento para su embellecimiento.



PROCESO DE REPARACIÓN DE UNA GRIETA PASANTE

La grieta deberá tener las siguientes características: estar aislada y no superar los 150 mm de longitud. Más allá de estas medidas se hace recomendable la sustitución parcial o completa del elemento.

Para realizar esta reparación, proceder de la siguiente forma:

1 Lijar el borde de la grieta con una lijadora radial y un disco abrasivo de grano P-40, eliminando rebabas. Ensanchar la grieta hasta dejar una abertura de 10 mm.

Realizar un taladro de unos 3 mm al inicio de la grieta para impedir que pueda seguir abriéndose.

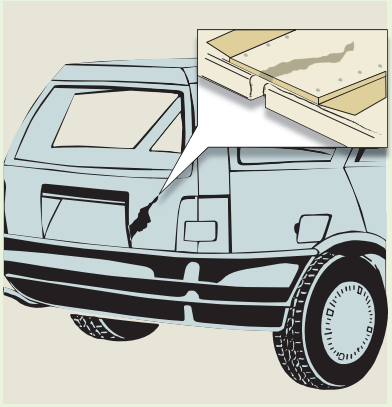
2 Alinear el elemento mediante pequeñas placas de chapa atornilladas por la parte interior o con mordazas de presión según el caso. Interponer entre las placas y la resina que aplicaremos una lámina de plástico de polietileno para evitar su adhesión.

© Ediciones Paraninfo

Achaflanar el perímetro de la grieta en una anchura de cuatro o cinco veces el espesor de la pieza.

Lijar el perímetro de la zona achaflanada para eliminar la pintura y proporcionar una buena base para la adhesión de la resina.

Desengrasar y dejar evaporar el producto empleado.

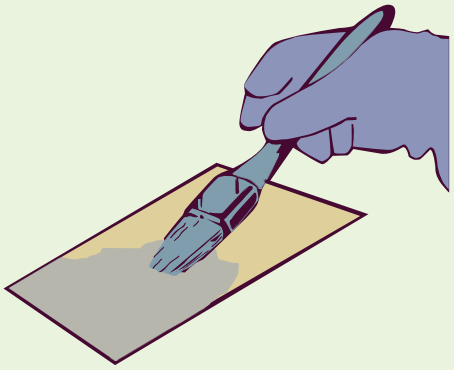


3 Recortar varios trozos de fibra de vidrio de acuerdo a la longitud y anchura necesaria para la reparación.

Preparar la resina en la cantidad necesaria para la reparación.

Humedecer la zona achaflanada con una brocha impregnada en resina.

Impregnar las fibras con resina utilizando un pincel en pequeñas aplicaciones (no actuar como si de pintura se tratase).

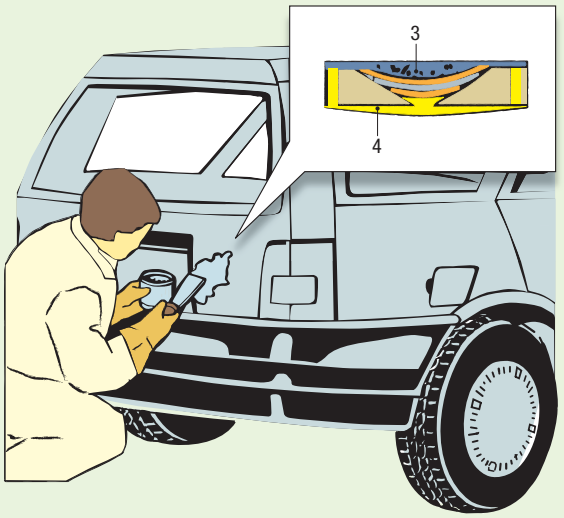


4 Colocar las distintas capas de fibra (1) suficientemente humedecidas, asegurándose de no dejar hilos sin humedecer o que se formen huecos (bolsa de aire) entre las capas al ir depositándolas sucesivamente desde la base (2). Si existen dudas sobre la existencia de bolsas de aire, oprimir ligeramente la zona con el pincel mojado en resina.

Dejar endurecer (si es necesario acelerar el endurecimiento con lámpara de infrarrojos).

Lijar con un disco abrasivo de grano P-80 y una máquina lijadora con aspiración de polvo.

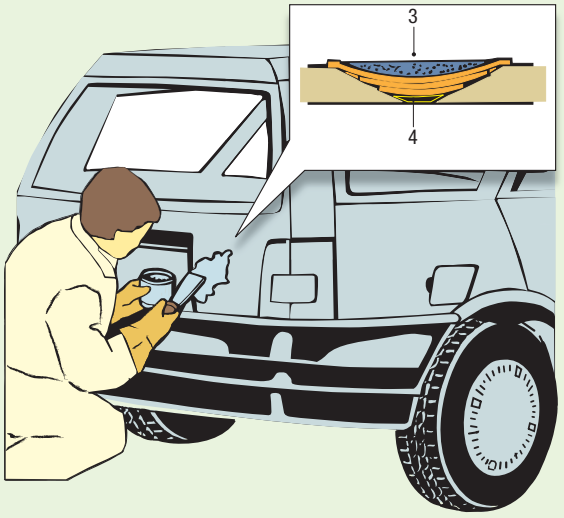
En caso de aparecer bolsas de aire, romperlas con una cuchilla.



5 Retirar la placa base de la parte interior y aplicar una capa de resina mezclada con polvo de silicio y fibras cortas (4) para rellenar los orificios de los tornillos y los pequeños desniveles internos.

Aplicar masilla de poliéster (3) en la parte visible para rellenar posibles imperfecciones.

Lijar con un disco abrasivo de grano P-80 y una máquina lijadora con aspiración de polvo y dejar preparado para las operaciones de embellecimiento de superficies.

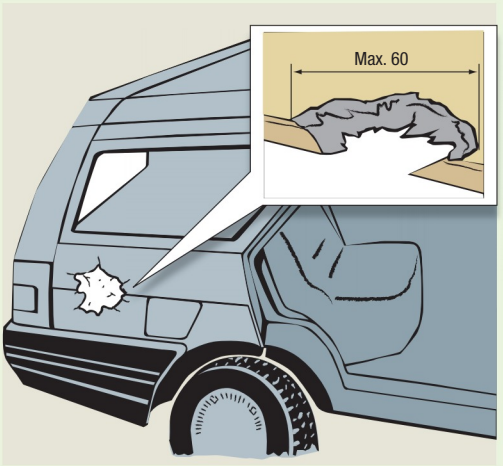


© Ediciones Paraninfo

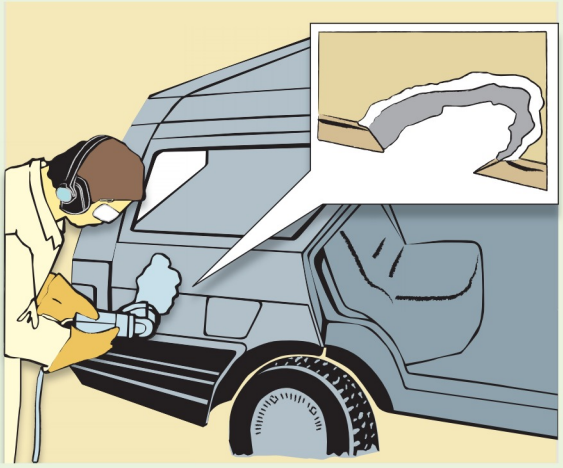
PROCESO DE REPARACIÓN DE UN ELEMENTO CON FALTA DE MATERIAL

Cuando se produce un desperfecto con desprendimiento de material, es posible su reparación y reconstruir parcialmente la superficie que falta, siempre que el daño no supere los 60-80 mm de diámetro.

El proceso de reparación es el siguiente:



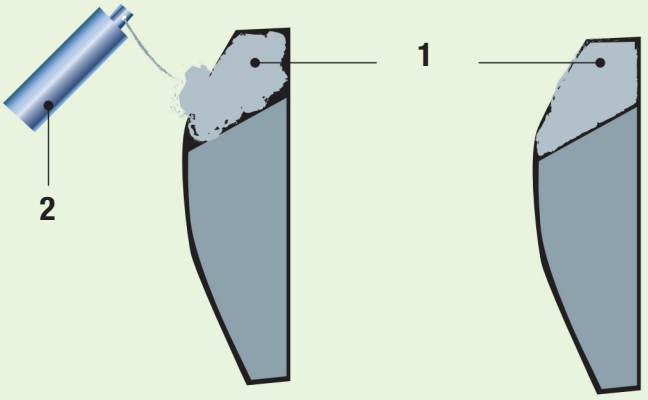
1 Lijar el borde del agujero para que quede limpio y libre de rebajas.



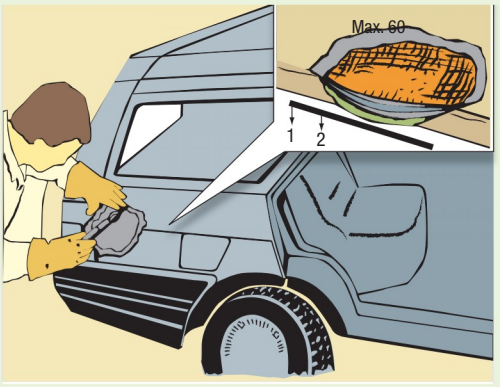
2 Lijar la zona de alrededor de la parte achaflanada para eliminar la pintura con un disco abrasivo de grano P-180 y una máquina lijadora con aspiración de polvo.

Achaflanar el perímetro en una anchura de cuatro o cinco veces el espesor de la pieza en todo el perímetro con una máquina radial y un disco abrasivo de grano P-40.

3 Si no existe la posibilidad de acceder a la zona interior del elemento, porque tiene una forma cerrada (1), aplicar desde el exterior espuma de poliuretano expansible (2), para que sirva de base a las primeras capas de resina.



Una vez solidificado el poliuretano, utilizar una cuchilla para igualar el poliuretano con la superficie exterior, dejándole un poco rebajado para que se puedan depositar las capas de fibra impregnada en resina.



En caso de que se tenga acceso a la zona interior del elemento, colocar un soporte (2) para sujetar la fibra y evitar su abombamiento, interponiendo un plástico de polietileno (1) que impida que la resina se adhiera al soporte.

Desengrasar la zona de reparación dejando evaporar el producto empleado.

Preparar la cantidad de resina suficiente para la reparación.

Humedecer la zona achaflanada con una brocha impregnada en resina.

Cortar trozos de fibra de vidrio del tamaño suficiente para recubrir la zona achaflanada.

Impregnar de resina los trozos de fibra de vidrio y colocarlos evitando que se formen bolsas de aire, asegurándose de que los hilos de fibra están humedecidos y sujetos.

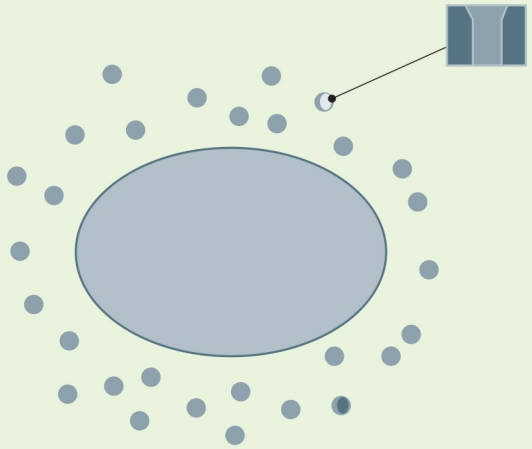
© Ediciones Paraninfo

Dejarlo endurecer (si es necesario acelerar el proceso con una lámpara de infrarrojos).

4 Si se considera necesario, en la zona interior del elemento se puede adherir un refuerzo, utilizando una malla de nailon. Para ello proceder de la siguiente forma:

Cortar la malla con unas dimensiones superiores al agujero que se ha rellenado anteriormente.

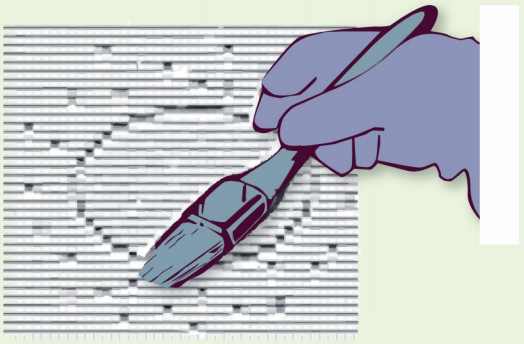
Realizar una serie de orificios de unos 3 mm alrededor del agujero y avellanarlos. Estos orificios servirán para que la resina se introduzca por ellos y reforzar de esta manera la unión como si se tratara de remaches.



5 Limpiar la zona y preparar la resina.

Aplicar la resina por toda la zona, asegurándose que se introduce por todos los orificios.

Colocar la malla de refuerzo y aplicar sobre ella la resina, adaptándola a la forma de la superficie y quedando totalmente cubierta por la resina.



Si fuera necesario mayor relleno, preparar resina con fibras cortas o polvo de silicio.

Rellenar las irregularidades que hubiesen podido quedar y dejar endurecer la resina (acelerar el proceso si es necesario).

Lijar con un disco abrasivo de grano P-80 y una lijadora excéntrico-rotativa con aspiración de polvo. En el caso de que aparezcan burbujas de aire eliminarlas con una cuchilla.

Aplicar masilla de poliéster.

Pulir en seco con grano abrasivo P-80 y una máquina lijadora excéntrico-rotativa con aspiración de polvo, dejándola preparada para las operaciones de embellecimiento.

PROCESO DE SUSTITUCIÓN PARCIAL DE UN ELEMENTO

Cuando la rotura supera los 90 mm de diámetro o existen varias fisuras, se procederá a la sustitución parcial del elemento de la siguiente manera:

1 Recortar y retirar la parte del elemento que se ha de sustituir.

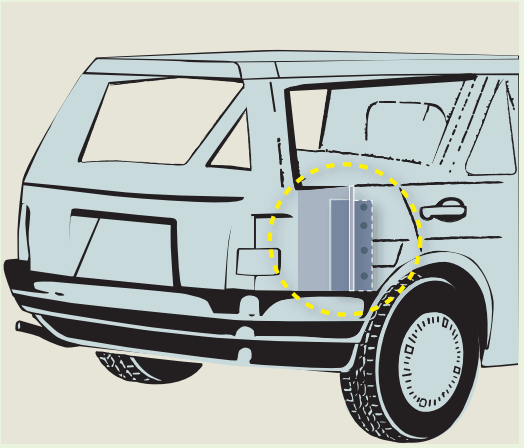
Enfrentar el elemento nuevo, sujetarlo en su correcta poción y serrarlo colocándolo de forma superpuesta.

Quitar el elemento nuevo.

© Ediciones Paraninfo

2 De la parte del elemento nuevo que no se utiliza, recortar una pieza para usarlo como refuerzo de la unión. Este refuerzo deberá tener una anchura suficiente para recubrir los elementos a unir con un solape mínimo de 50 mm.

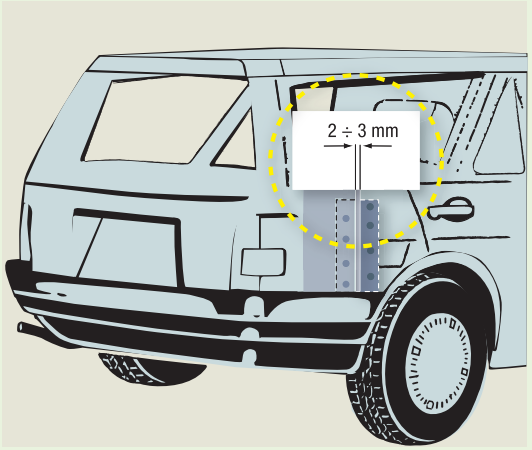
Fijar el refuerzo por la parte interior del elemento que se ha dejado en la carrocería utilizando tornillos autorroscantes, de 5 mm de diámetro a intervalos de 40 mm.



3 Colocar el elemento nuevo.

Alinear los elementos. Es conveniente dejar entre ambos un intersticio de 2-3 mm para favorecer la adhesión entre el refuerzo interno y las fibras, y de ese modo aumentar la robustez de la reparación.

Fijar el nuevo elemento al refuerzo con tornillos autorroscantes de 5 mm de diámetro a intervalos de 40 mm.

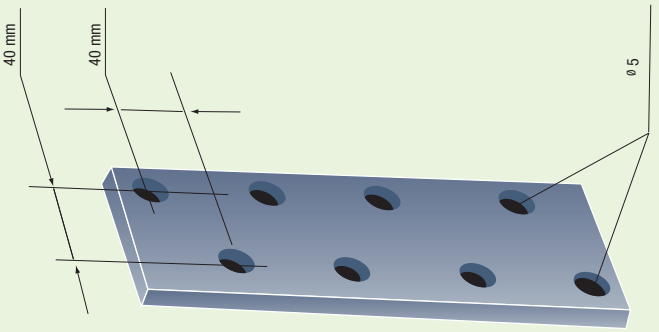


4 Desmontar el elemento nuevo y el refuerzo superpuesto.

Lijar las zonas de unión del refuerzo con la pieza nueva y la fijada en el vehículo

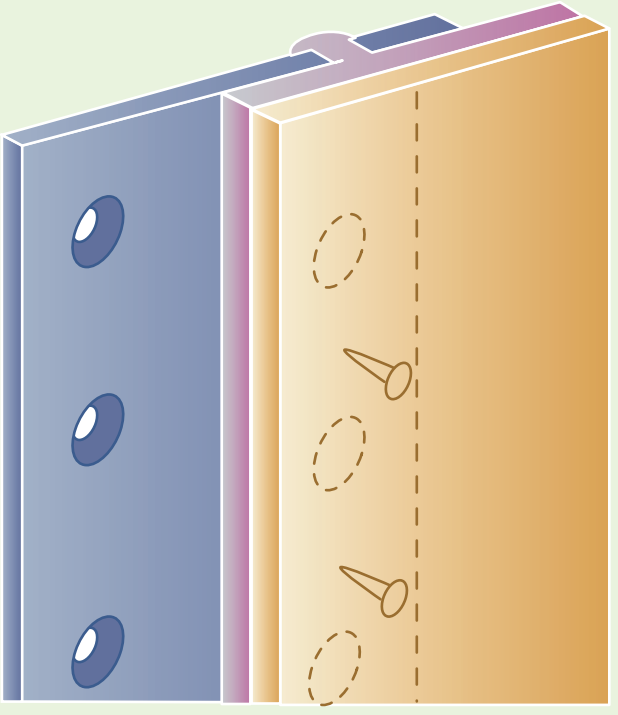
Desengrasar y esperar a la evaporación del producto.

Preparar la resina en cantidad adecuada a la reparación siguiendo las recomendaciones en cuanto a mezclas de productos utilizados.



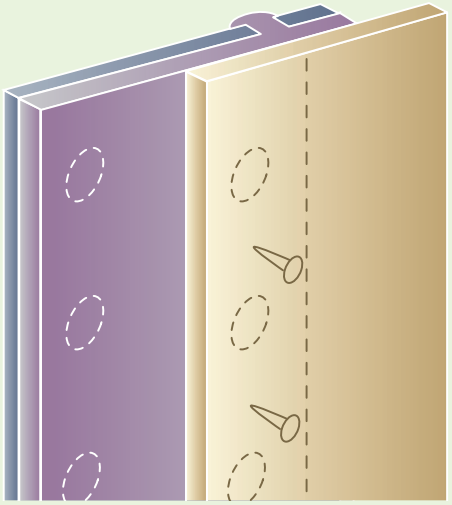
5 Impregnar la zona de unión del refuerzo y el elemento que ha quedado en la carrocería.

Atornillar el refuerzo al elemento que ha quedado en la carrocería.



© Ediciones Paraninfo

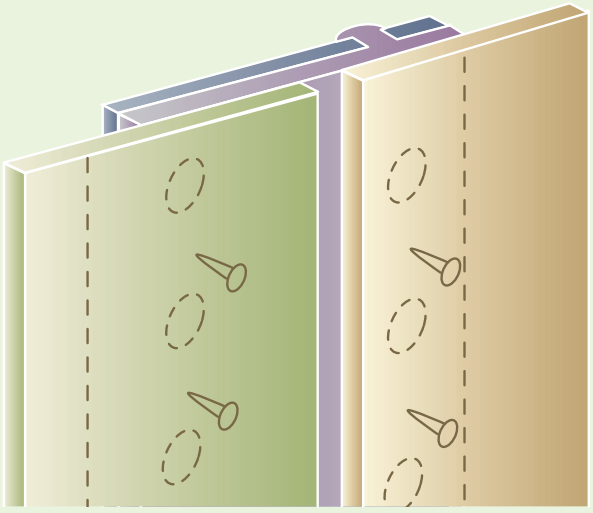
6 Impregnar el resto de la zona de unión del refuerzo y la zona de unión del nuevo elemento.



7 Colocar el elemento nuevo y atornillarlo al refuerzo.

Dejar endurecer la resina (después de 20 minutos acelerar el secado con infrarrojos).

Quitar los tornillos de fijación del refuerzo para evitar la rotura de la lija en el posterior achaflanado.



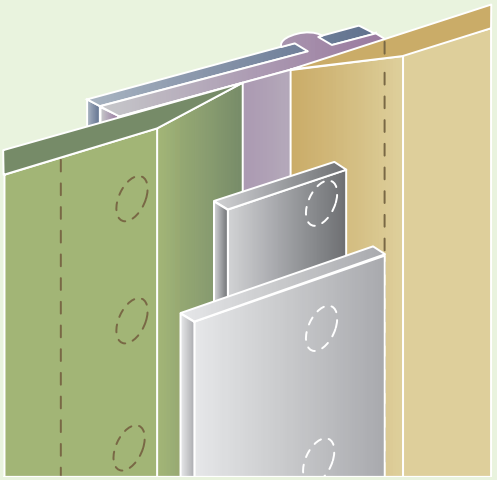
8 Achaflanar ambos bordes de los elementos unidos en una anchura de cuatro o cinco veces el espesor de la pieza.

Cortar trozos de fibra de vidrio del tamaño y forma necesaria para ir abarcando de manera progresiva la anchura total de la parte achaflanada.

Desengrasar la zona de unión y esperar la evaporación del producto empleado.

Preparar nueva resina.

Aplicar resina en la parte frontal.



9 Impregnar las fibras de resina y colocarlas en la zona de unión, evitando que se formen bolsas de aire.

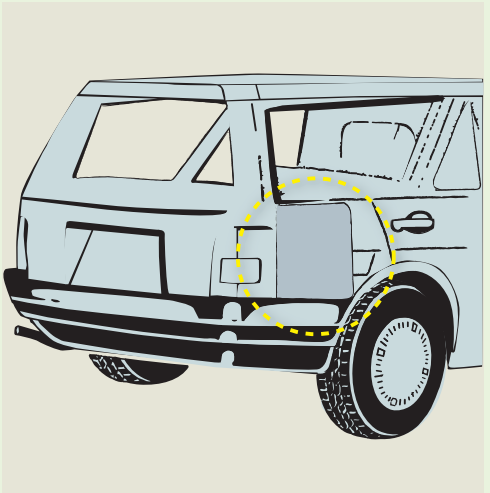
Si fuera necesario, añadir a la parte achaflanada y los taladros resina con fibras cortas y polvos de silicio.

Dejar endurecer la resina (acelerar el proceso si es necesario).

Lijar en seco con un disco abrasivo de grano P-80 y una máquina lijadora excéntrico-rotativa con aspiración de polvo.

Aplicar la masilla de poliéster.

Lijar en seco con un disco abrasivo de grano P-80 y una máquina lijadora excéntrico-rotativa con aspiración de polvo y dejar preparado para las operaciones de embellecimiento de la superficie.



© Ediciones Paraninfo

9.12.6. Normas de seguridad y salud laboral

El empleo de las materias plásticas exige observar estrictas normas destinadas a proteger la salud del operario:

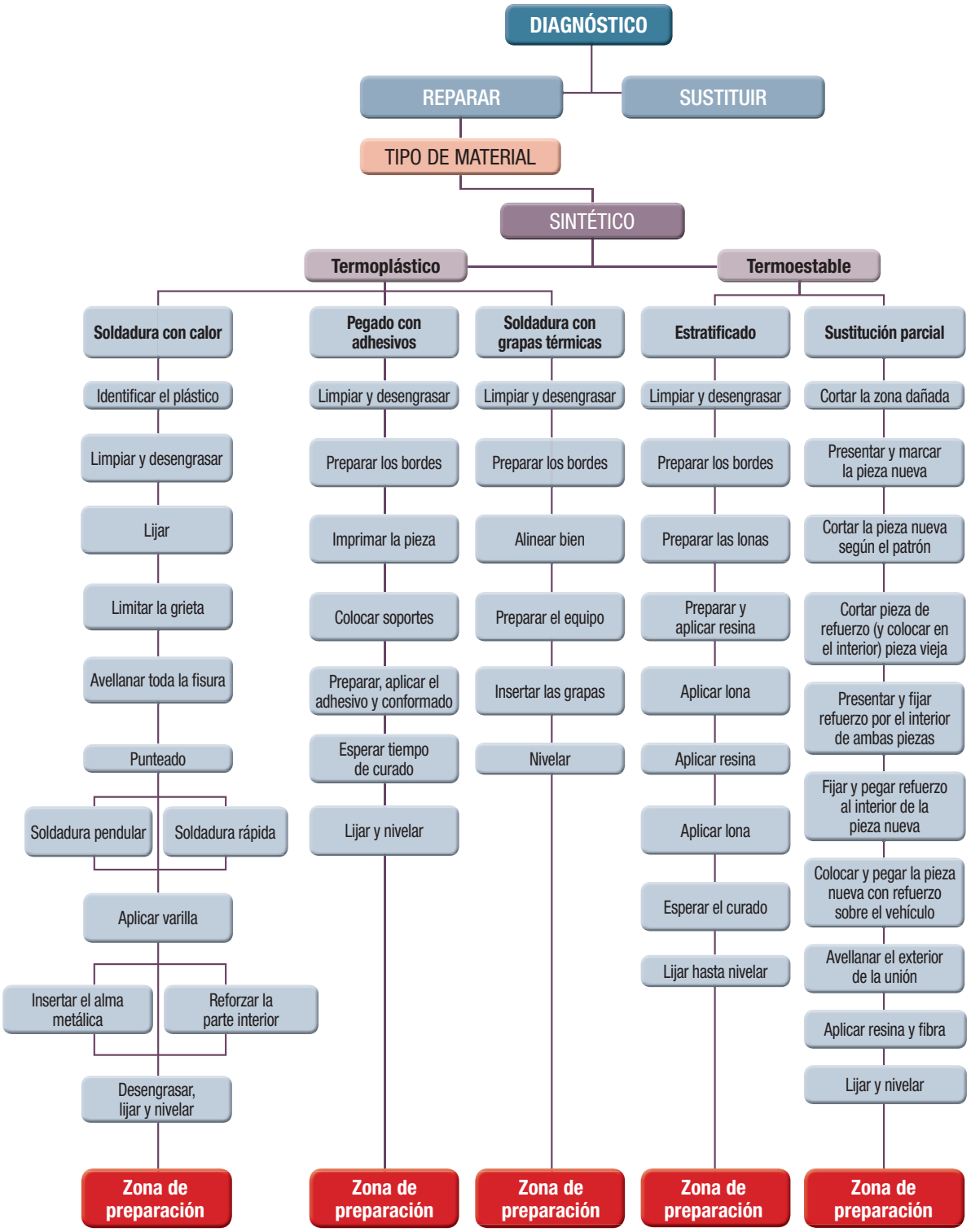
- El operario deberá utilizar guantes de goma, gafas protectoras, mascarillas antipolvo y ropa de trabajo ajustada que impida el paso del polvo de lijado.
- La zona de trabajo deberá estar bien ventilada y, a ser posible, con una instalación de aspiración de vapores y máquinas lijadoras provistas de sistemas de aspiración de polvo.
- Limpiar, después de la reparación, el pincel y el recipiente con acetona.
- Los productos químicos residuales que sobren al finalizar las operaciones y los materiales de desecho deberán eliminarse respetando las normas legales que regulan la eliminación de sustancias químicas y de los correspondientes productos residuales del proceso de elaboración.

Figura 9.108. **Equipo de protección.**

© Ediciones Paraninfo

9.13. Cuadro sinóptico de los procesos de trabajo en elementos sintéticos

A continuación se especifican, de forma resumida, las operaciones de conformado de los elementos sintéticos sin daños estructurales.



© Ediciones Paraninfo

ACTIVIDADES FINALES

Materiales plásticos utilizados en el automóvil. Reparación

CUESTIONES

9.1. Define el concepto de polímero.

9.2. Señala los procesos químicos de transformación.

9.3. Enumera los termoplásticos más utilizados en el automóvil.

9.4. Enumera los termoestables más utilizados en el automóvil.

9.5. Resume las diferencias entre materiales termoplásticos y termoestables.

9.6. Señala la función más importante de cada uno de los aditivos que se relacionan a continuación:

- Lubricantes.
- Estabilizadores.
- Plastificantes.
- Cargas.
- Colorantes y pigmentos.
- Refuerzos.

9.7. ¿Qué tipo de refuerzo se utiliza para mejorar la resistencia del poliéster? ¿Qué tipo de formas tiene?

9.8. Define brevemente el concepto de «composite».

9.9. ¿Qué características tienen que tener los plásticos montados en las carrocerías de aluminio?

9.10. ¿Cómo se clasifican los residuos?

9.11. ¿Cuáles son las principales ventajas del uso de plásticos en el automóvil?

9.12. ¿Qué elementos del automóvil son fabricados en ABS?

9.13. ¿Qué elementos del automóvil se fabrican en PE?

9.14. ¿Cuáles son las principales propiedades de los elastómeros?

9.15. ¿Qué ventajas ofrece el moldeo con siliconas?

9.16. Enumera los métodos más habituales de reciclado de materiales plásticos.

9.17. Describe cómo se puede diferenciar un elemento termoplástico de un elemento termoestable.

9.18. Enumera los diferentes métodos para identificar los elementos termoplásticos.

9.19. Localiza la temperatura de soldadura de los siguientes plásticos: ABS, PA, PP, PVC.

9.20. Identifica el nombre de los siguientes plásticos: PUR, PC, EPDM PA.

9.21. Identifica el nombre de un plástico cuya combustión presenta las siguientes características:

- Arde bien.
- El color de la llama es amarillo anaranjado, siendo su forma alargada.
- El humo que desprende es negro y desprende hollín con chisporreteo.
- Al apagarlo desprende un olor a goma.

9.22. Describe el proceso para preparar un soldador de aire caliente.

9.23. Explica cuáles son las precauciones para realizar una reparación por soldadura de aire caliente.

9.24. ¿Qué regula la norma UNE 53227/92?

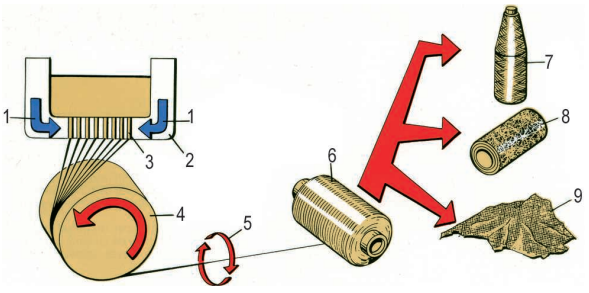
9.25. ¿Qué significa PP-30 G H 30?

9.26. ¿Qué métodos de reparación de plásticos conoces?

9.27. ¿Qué defectos tienen las soldaduras realizadas con una elevada temperatura de soldeo?

9.28. ¿Qué diferencias existen entre la soldadura de aire de punto y la pendular?

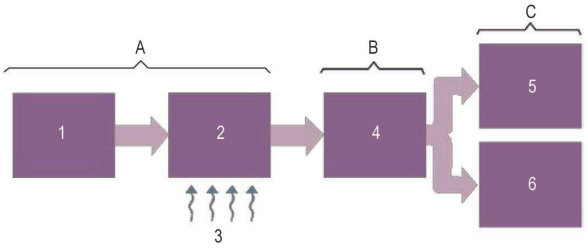
9.29. Completa el esquema con la denominación de cada uno de los números que aparecen en la figura.



© Ediciones Paraninfo

ACTIVIDADES PROPUESTAS

9.1. Completa el esquema del proceso de conformación de termoplásticos.



9.2. Describe paso a paso un proceso de moldeado por contacto manual para la fabricación de un material termoestable.

9.3. Enumera los métodos más habituales de reciclado de materiales plásticos.

9.4. Tomando como referencia diferentes materiales plásticos, intenta analizar su proceso de fabricación en función de las características que presenta el producto.

9.5. Con los materiales de la actividad anterior, confecciona una relación para analizar su mayor o menor facilidad de reciclaje.

9.6. Localiza los puntos donde se encuentra en los plásticos el código de identificación.

9.7. Busca en una microficha la identificación de los plásticos de un vehículo.

9.8. Localiza en un vehículo los distintos componentes de material plástico.

9.9. Realiza un listado con los distintos procedimientos que dispone tu taller para reparar los elementos plásticos.

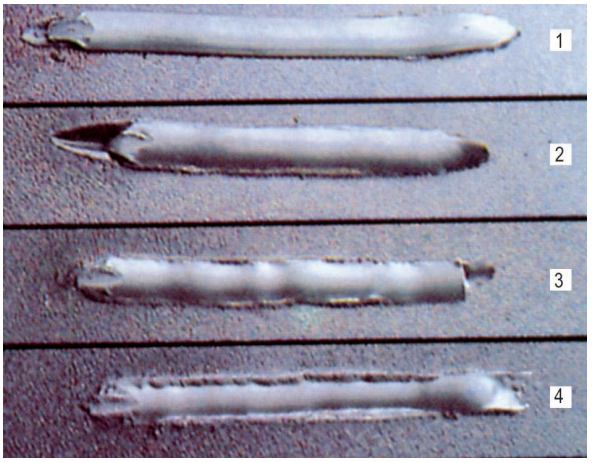
9.10. Anota los productos que son necesarios para realizar una reparación con adhesivo de un elemento donde se ha desprendido parte del material.

9.11. Describe el proceso para realizar una reparación de un elemento termoestable que tiene una grieta pasante, describiendo las normas de seguridad e higiene necesarias.

9.12. Identifica por combustión al menos dos tipos de plásticos.

9.13. Desmonta cinco componentes plásticos de un vehículo y verifica si están identificados y el tipo de plástico que es.

9.14. Describe los defectos de la soldadura de plásticos que aparecen en la foto:



9.15. Desarrolla el proceso de reparación con acetona.

9.16. ¿Cómo se realiza una reparación de un plástico con cianoacrilato y cargas de bicarbonato?

9.17. Realiza un listado con todo el material necesario para la reparación de un plástico termoestable.

9.18. Describe el proceso de corrección de una deformación en material termoplástico.

9.19. Anota los productos que son necesario para realizar una reparación con adhesivo de un elemento donde se ha desprendido parte del material.

9.20. Nombra cada uno de los componentes que aparecen en la foto y explica su utilidad:

© Ediciones Paraninfo

Uniones fijas en la carrocería

10

CONTENIDOS

10.1. Tipos de uniones fijas
10.2. Proceso operativo genérico para realizar uniones
10.3. La corrosión en los procesos de reparación de elementos fijos
10.4. Uniones fijas mediante adhesivos
10.5. Adhesivos estructurales
10.6. Proceso de unión con adhesivos
10.7. Normas de seguridad e higiene
10.8. Uniones pegadas y remachadas

OBJETIVOS

- Analizar los diferentes métodos de unión de componentes de una carrocería, con el fin de seleccionar el más adecuado en función del compromiso estructural de las piezas a ensamblar.
- Conocer los distintos productos y tratamientos anticorrosivos que es necesario aplicar durante los procesos de reparación de elementos fijos de una carrocería.
- Conocer las propiedades y características de los adhesivos estructurales más habituales.
- Analizar los distintos tipos de unión con el fin de seleccionar el más adecuado en función del esfuerzo y los materiales a pegar.
- Determinar correctamente el proceso a seguir (elección del adhesivo, tipo de junta, preparación de superficies, curado del adhesivo), en función de las características de la unión proyectada.
- Saber cuáles son las normas de seguridad e higiene a seguir durante la utilización de productos.

Introducción

Los automóviles están compuestos por un gran número de elementos que están unidos de muy diversas formas. Aquellos elementos que están unidos de manera que no se puede desmontar sin destruir o deteriorar uno de los elementos se denominan uniones fijas.

Estas uniones fijas pueden estar soldadas, engatilladas y pegadas, o una combinación entre ellas, dependiendo del tipo de unión que haya establecido el fabricante del automóvil.

Las uniones soldadas son las que actualmente más se utilizan en la fabricación y reparación de la carrocería, aunque esta tendencia va cambiando con las nuevas tecnologías de remachado y pegado de materiales.

En la reparación de la carrocería, si se utiliza cualquier proceso de soldadura, se produce una modificación de la estructura del material en la zona soldada, produciéndose un cambio en las características originales de las piezas, en mayor o menor medida, en función del método de soldadura utilizado; característica que hay que tener en cuenta para valorar la reparabilidad de la zona afectada, y el sistema de reparación a utilizar para no deteriorar las características originales de las piezas o minimizar estos cambios.

Además de utilizar el método adecuado de unión, para restablecer las condiciones originales de las piezas que se unen, es de gran importancia elegir el método de unión apropiado, en función de:

- Los esfuerzos a los que van a ser sometidos.
- La naturaleza del material a unir.
- El acabado final.
- La longitud de la unión.
- El espesor de las piezas a unir.

Por otro lado, independientemente del sistema que se utilice para unir las piezas, la preparación de los bordes es una cuestión muy importante, pues de ella va a depender, en gran medida, la correcta reparación.

Tanto el método de unión como la preparación de los bordes está condicionado por el tipo de material del que está construida la pieza a reparar, ya que, dependiendo de la naturaleza del material, se debe utilizar un método u otro, o se deben regular las máquinas a unos determinados parámetros.

10.1. Tipos de uniones fijas

Los tipos de uniones más frecuentes que nos podemos encontrar en los elementos fijos son:

- Uniones a solape.
- Uniones a solape escalonado.
- Uniones a tope.
- Uniones a tope con resaltes.
- Uniones con refuerzos de bridas.
- Uniones engatilladas.

10.1.1. Uniones a solape

Es un procedimiento donde las chapas a unir se encuentran ensambladas una encima de la otra (solapadas). La longitud que debe tener la parte superpuesta debe ser como mínimo cuatro veces el espesor de la chapa más fina, aunque se puede aumentar dependiendo del esfuerzo al que vayan a ser sometidas (Figura 10.1). Es un tipo de unión que no es muy frecuente realizar en la reparación de la carrocería (al menos en las zonas visibles), pues la diferencia de altura existente en las chapas hace necesario la realización de otras operaciones para disimular la unión; lo que implica un aumento considerable de tiempo y, consecuentemente, un mayor coste de la reparación.

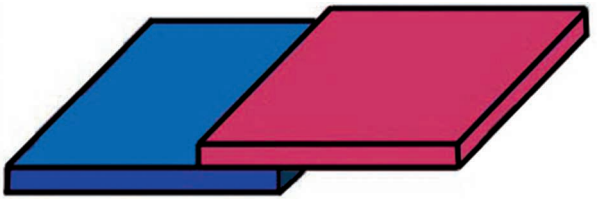


Figura 10.1. Unión a solape.

10.1.2. Uniones a solape escalonado

Este tipo de unión se realiza produciendo en una de las chapas un escalonamiento de unos 10 mm de ancho, para que al ensamblarse ambas chapas queden a la misma altura (Figura 10.2). La unión se puede realizar soldando los bordes con los siguientes métodos de soldadura: oxiacetilénica, electrodo revestido, TIG, MIG/MAG o por soldadura eléctrica por resistencia. También se puede soldar por MIG/MAG a tapón. En este último caso, hay que preparar los orificios en la chapa para que queden accesibles para su posterior soldeo. En ocasiones, se utilizan conjuntamente los procedimientos de puntos de resistencia y MIG/MAG para reforzar la unión.

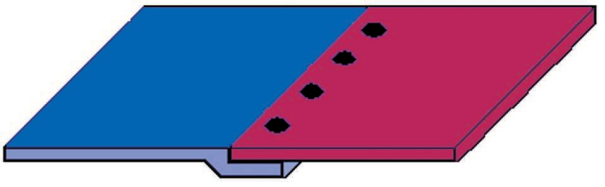


Figura 10.2. Unión a solape escalonado.

© Ediciones Paraninfo

El escalonamiento en la chapa se puede realizar mediante distintos procedimientos, aunque el más usado y práctico es el de utilizar unos alicates de plegar: manual (Figura 10.3) o neumático (Figura 10.4). Estas herramientas también se utilizan para realizar unos orificios de 5 mm de diámetro para el método de soldadura a tapón. Para ello, disponen de un dispositivo perforador en el cabezal. Al utilizarlo, el operario debe regularlo para que realice la función de talonado o para la función de taladrar.

Figura 10.3. Alicates de plegar manuales.

Figura 10.4. Alicates de plegar neumáticos.

Este tipo de unión se utiliza con mucha frecuencia en las sustituciones parciales de elementos de la carrocería.

10.1.3. Uniones a tope

Las chapas que se van a unir se encuentran juntas con los dos bordes perfectamente alineados (Figura 10.5). En el caso de las chapas empleadas en la construcción de carrocerías no se dejará separación entre ambas, ya que normalmente no superan los 2,5 mm de espesor. Si superan este grosor, se dejará una separación entre bordes igual a la mitad del espesor de las piezas a unir.

Este tipo de unión se realiza en zonas o piezas de pequeña longitud y que no están sometidas a situaciones de carga, para evitar alabeos y deformaciones producidas por el calor de la soldadura. En caso de que la unión tenga una longitud grande, habrá que realizar cordones pequeños y dejarlos enfriar antes de seguir soldando (o utilizar un método de soldadura que produzca la menor deformación posible). La unión también se puede realizar mediante la colocación de un refuerzo por la parte no visible de las piezas a unir (Figura 10.6). En este caso, el material del refuerzo será de la misma calidad e idéntico espesor que las piezas a unir. La unión del refuerzo se puede realizar mediante soldadura por resistencia o MIG/MAG a tope.

Figura 10.5. Unión a tope.

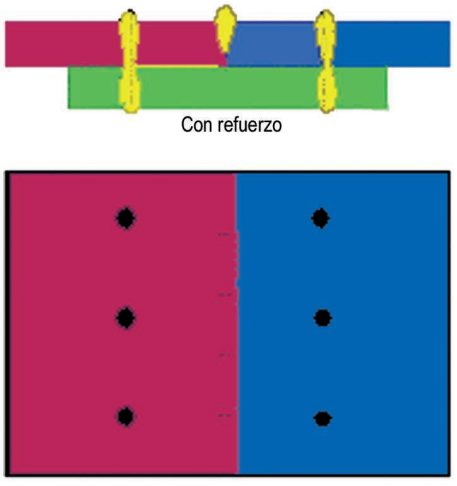


Figura 10.6. Unión a tope con refuerzo.

10.1.4. Uniones a tope con resaltes

Consiste en preparar las chapas a unir de forma que sus bordes formen un ángulo de 90º (Figura 10.7). La altura del borde dependerá de la máquina de soldar que se va a utilizar o de las especificaciones técnicas indicadas en el manual de reparación del fabricante del vehículo.

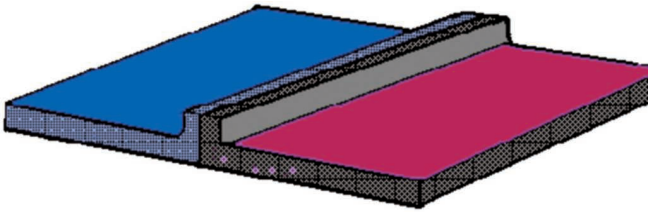


Figura 10.7. Unión a tope con resalte.

© Ediciones Paraninfo

10.1.5. Uniones con refuerzos de bridas

A veces es necesario unir determinados elementos que han de soportar grandes esfuerzos, como es el caso de los travesaños del chasis, los largueros (Figura 10.8), etc. Estas uniones se han de realizar con bridas de refuerzo, atendiendo en todo momento a las especificaciones del fabricante sobre el vehículo, para no alterar las características estructurales de los distintos elementos. Estos refuerzos se realizan fabricando una brida que se acopla en el interior o en el exterior de las piezas del ensamblaje (Figura 10.9). El material de estas bridas será de la misma calidad y espesor que los elementos a unir. En muchos casos se utiliza parte del elemento que se quita; si esta operación no fuese posible, habrá que utilizar una chapa nueva del mismo grosor y del mismo material.

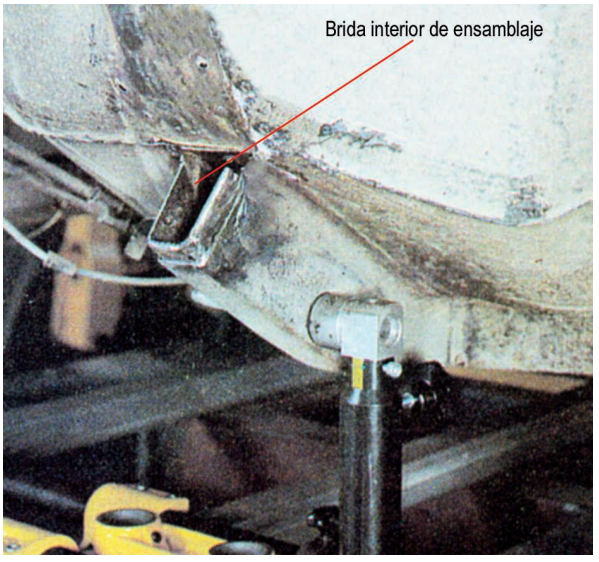


Figura 10.8. Unión con refuerzo de brida.

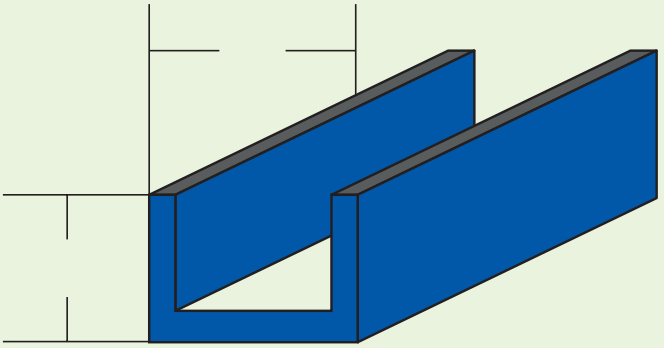
Figura 10.9. Corte del larguero.

PROCESO CON REFUERZOS DE BRIDAS

El proceso a seguir es el siguiente:

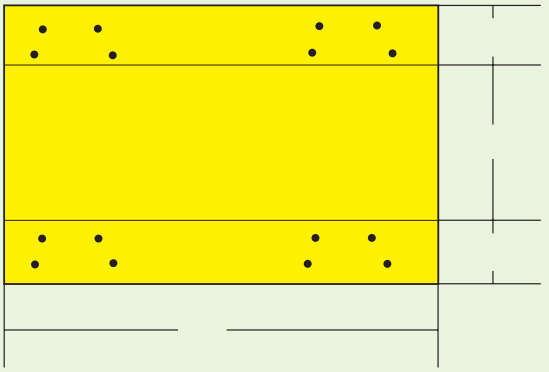
Brida exterior

1 Tomar las medidas del exterior del travesaño y realizar un croquis para su posterior ejecución. Si la medición presenta dificultades, se realizará una plantilla directamente del elemento a unir.



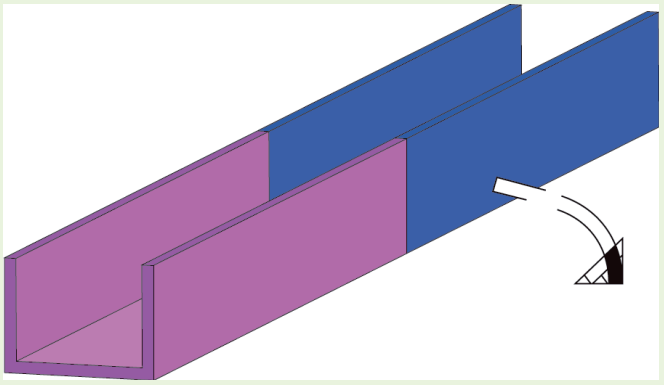
2 Trazar el gráfico del croquis en una chapa nueva, recortarla y practicar unos orificios de 5 o 6 mm de diámetro para poder realizar una soldadura a tapón (ver soldadura por puntos a tapón con MIG/MAG).

A continuación, realizar los dobleces necesarios para conformar la brida, probándola directamente sobre los elementos a unir.

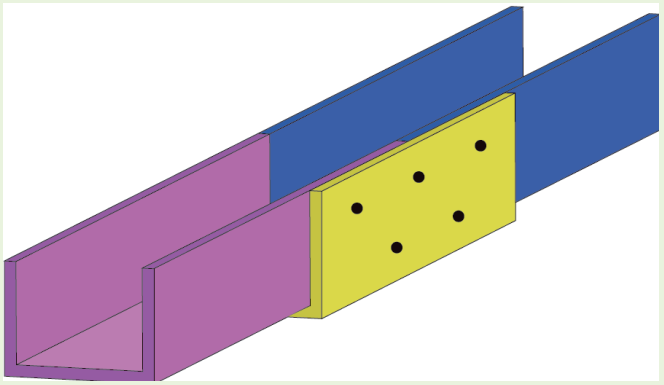


© Ediciones Paraninfo

3 Acoplar los dos elementos y unir a tope con una soldadura continua, repasando el cordón con un disco abrasivo para su alisamiento.

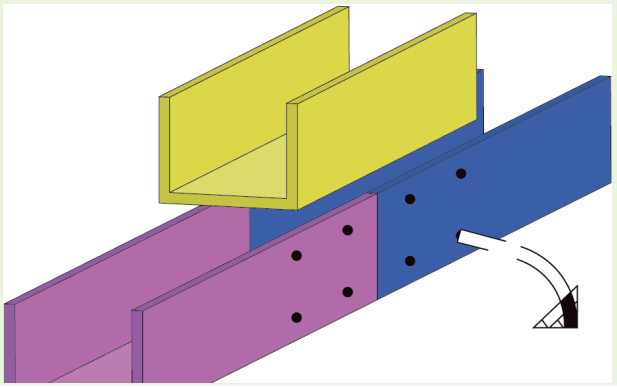


4 Por último, ensamblar la brida y soldar por puntos a tapón, repasando a continuación los puntos con un disco abrasivo.



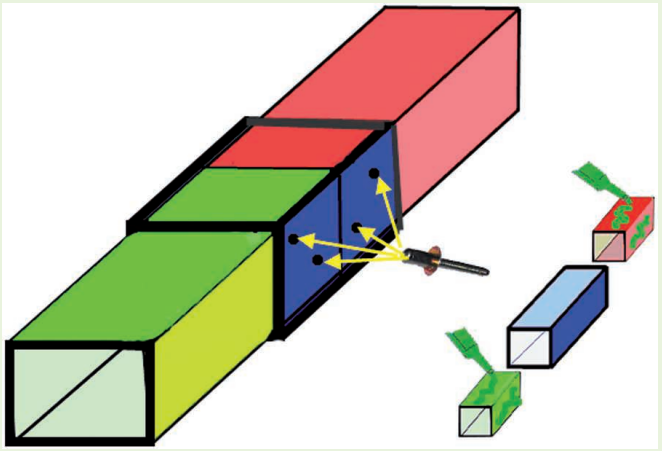
Brida interior

Los pasos a seguir son similares al procedimiento anterior. Teniendo en cuenta que, en este caso, las medidas para fabricar la brida han de realizarse desde el interior de los elementos a unir, y los orificios para soldar la brida se realizarán sobre los propios elementos a unir.



Brida interior

Actualmente este método de unión con brida también se puede realizar utilizando un adhesivo en vez de la soldadura, tanto para elementos de acero como de aluminio.



El sistema operativo es muy similar:

- Preparar una brida con las medidas adecuadas (interior o exterior, según proceda).
- Posicionar correctamente las piezas y la brida.
- Realizar distintos taladros con una broca del diámetro de los remaches a utilizar.
- Retirar las piezas y la brida.
- Repasar los taladros para que no quede ningún tipo de resalte o virutas metálicas (desbarbar).
- Limpiar de forma escrupulosa las piezas a unir con disolvente.
- Aplicar el adhesivo y extender de forma homogénea por toda la superficie de todas las caras.
- Introducir la brida o las piezas a unir, según proceda.
- Introducir los remaches y proceder a la unión de la brida.
- En función de la pieza a unir y/o de la misión que tenga que desarrollar, la unión de la brida se podrá realizar sin el remachado, uniéndola solo son el adhesivo.

© Ediciones Paraninfo

10.1.6. Uniones engatilladas

Este tipo de uniones consiste en unir dos piezas plegando una de ellas sobre sí misma, de forma que al realizar el pliegue, se aloje en su interior la otra pieza. Este tipo de unión solo se utiliza en chapas de poco grosor, como por ejemplo, en los capós y paneles de las puertas (Figura 10.10).

Figura 10.10. **Uniones engatilladas.**

Las ventajas que tienen este tipo de uniones son:

- Se realiza de forma rápida.
- Al no tener que someterse a ninguna fuente de calor no se producen cambios en la estructura metálica de las piezas.

Para reforzar la rigidez de la unión y su estanqueidad, se aplica una masilla estructural y una pasta de sellado (Figura 10.11).

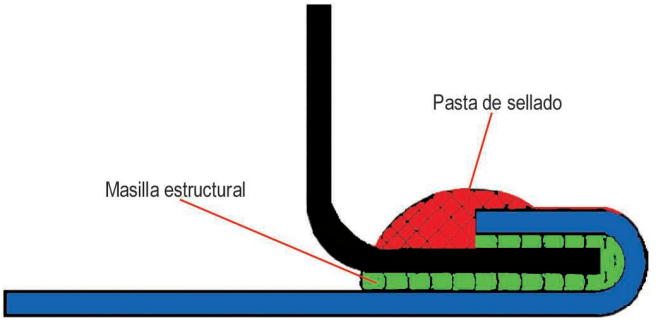


Figura 10.11. **Esquema de una unión engatillada.**

Las piezas que se unen a través de este procedimiento vienen preparadas para realizar el plegado. Para ello, las piezas nuevas de recambio están sobredimensionadas para facilitar esta operación.

El pliegue del panel se puede realizar utilizando un martillo y un tas, a través de unos alicates de plegado, o de un martillo plegador de accionamiento neumático (Figura 10.12).

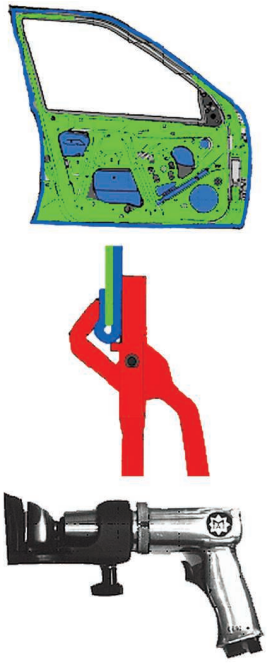


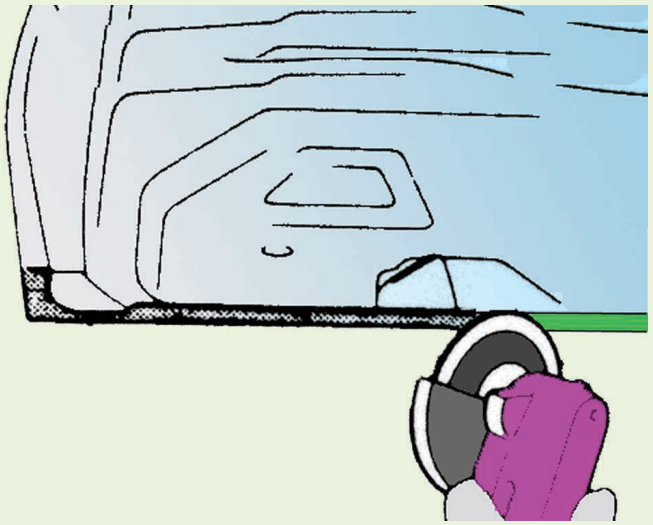
Figura 10.12. **Esquema de una unión engatillada.**

Como ejemplo, se desarrolla a continuación la instalación de un panel de puerta, partiendo de una puerta cuyo panel ya ha sido desmontado de la carrocería.

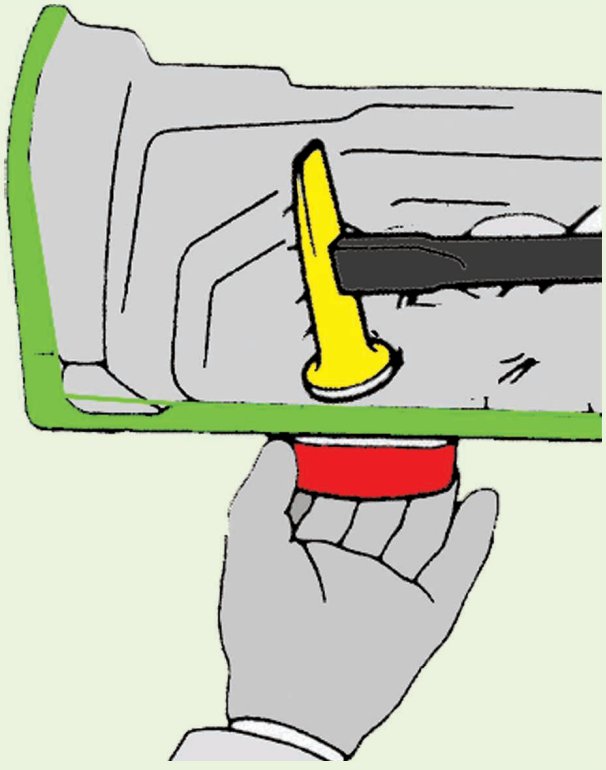
© Ediciones Paraninfo

PROCESO DE INSTALACIÓN DE UN PANEL DE PUERTA

1 Con un disco abrasivo, limpiar toda la superficie de unión de óxido, trozos del resto de material del panel anterior y suciedad en general, teniendo cuidado de no dañar la superficie soporte.

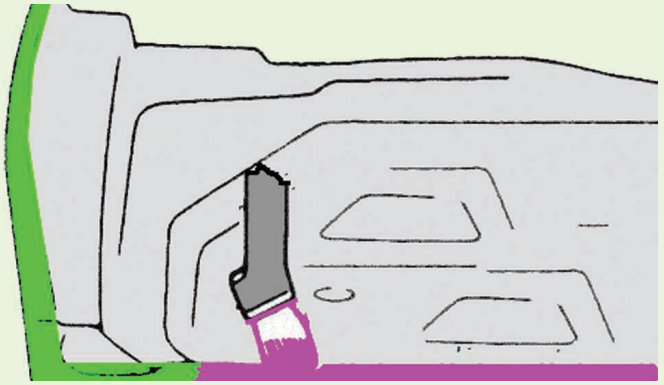


2 Utilizando un martillo y un tas, enderezar los bordes doblados y alisar toda la superficie de unión.



3 Si el panel de puerta tiene originalmente una plancha antisonora, pegar la plancha en el nuevo panel antes de acoplarla a la puerta.

4 Limpiar toda la superficie de unión, aplicar un producto protector anticorrosivo y a continuación la masilla estructural.

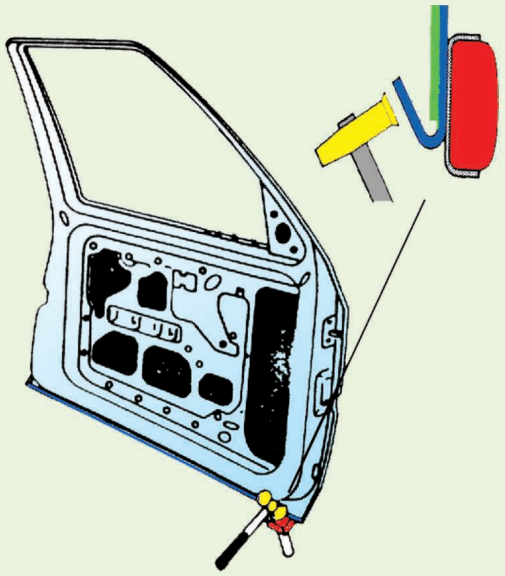


5 Iniciar el pliegue golpeando la parte que queda en el interior del panel con un martillo de boca cuadrada plana. Al otro lado del panel se colocará un tas plano, que se desplazará a lo largo del pliegue a la vez que se golpea.

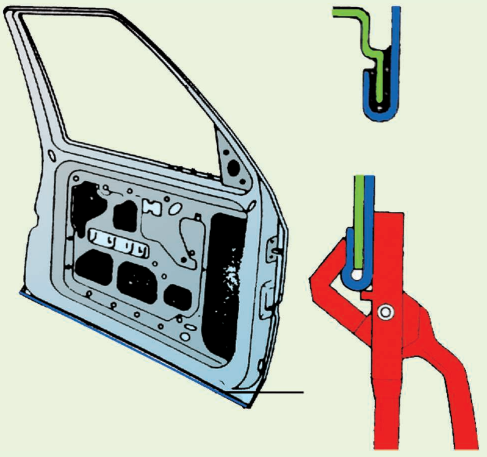
Se deberá tener mucha precaución para no realizar marcas de golpes en la parte de la pieza que queda visible. Para evitar este efecto, apoyar el tas de forma que esté tocando perfectamente la pieza y pueda recibir los golpes del martillo sin producir deformaciones, también se puede proteger el tas

© Ediciones Paraninfo

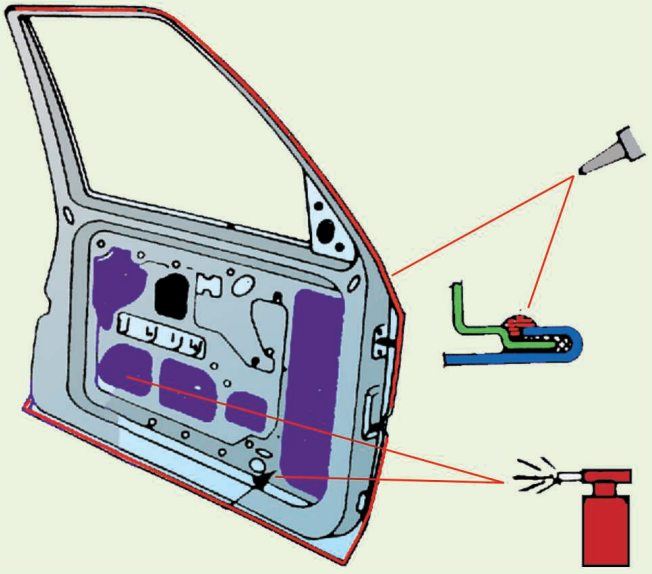
metálico con tela para que no esté en contacto directo con el panel.



6 Terminar el pliegue utilizando un martillo o unos alicates plegadores.



7 Una vez realizado el pliegue, aplicar masilla selladora a lo largo del pliegue y los protectores cerosos a través del hueco de la puerta.



10.2. Proceso operativo genérico para realizar uniones

Independientemente del tipo de unión que utilicemos, tendremos que respetar siempre el método de trabajo propuesto por el fabricante a través de su manual de reparación.

Como norma general, se realizarán los siguientes pasos que serán comunes en todas las uniones:

1. Limpiar escrupulosamente las superficies a unir; no deben tener restos de grasas ni pinturas, la chapa

© Ediciones Paraninfo

debe estar totalmente desnuda o en su caso con una protección de pintura conductora de la electricidad para la soldadura por resistencia eléctrica.

2. Presentar ambos elementos a unir y verificar su ajuste y las cotas de montaje.
3. Si el acoplamiento es correcto, sujetar ambos elementos con unas mordazas o tornillos de mano (Figura 10.13).

   Si la unión es de soldadura por resistencia, las mordazas deben ser de un material aislante (Figura 10.14).

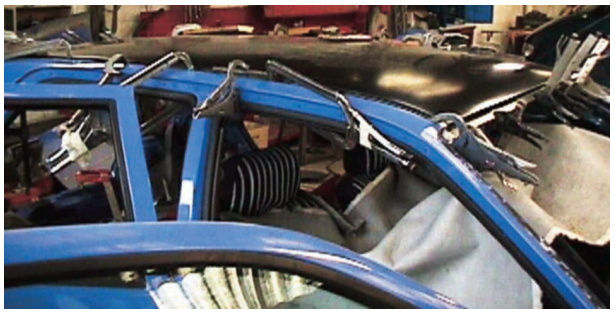


Figura 10.13. Sujeción del techo con mordazas de presión.

Figura 10.14. Mordaza de material aislante.

4. En el caso de uniones por soldeo, realizar pequeños puntos de soldadura a lo largo de la unión y volver a verificar su buen montaje.
5. Quitar las mordazas o el tornillo de mano y soldar definitivamente la unión.

10.3. La corrosión en los procesos de reparación de elementos fijos

La evolución de la industria de automóviles y la progresiva incorporación de nuevos materiales más ligeros o resistentes conlleva la obligación de devolver al vehículo todas sus características en caso de reparación.

Una de estas características, cada vez más importante, es el tratamiento anticorrosivo de la chapa (tema que se desarrolla en el libro *Tratamiento y recubrimiento de superficies*).

Como corrosión se entiende los cambios aparecidos sobre la superficie de un material originados por la influencia indeseada de factores químicos o electroquímicos. Entre los primeros, cabe destacar la acción del oxígeno y la humedad en la formación de óxido en los metales; este proceso se acelera por las influencias corrosivas del medio ambiente, como los cloruros, los compuestos del azufre o el dióxido de carbono. En la Figura 10.15 pueden apreciarse las zonas más comunes de aparición de la corrosión.

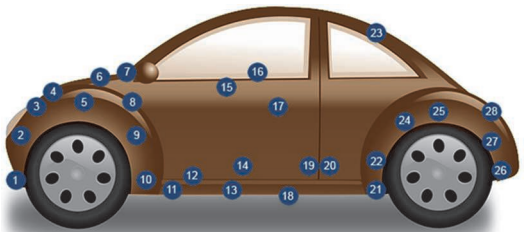


Figura 10.15. Zonas donde es posible la aparición de la corrosión.

Otra posibilidad de corrosión que se puede producir en la reparación de las carrocerías es la corrosión por contacto. Se produce principalmente al poner en contacto el acero con el aluminio, bien porque no se ha realizado correctamente el proceso de aislamiento entre estos dos materiales a la hora de hacer el montaje de estos elementos o bien porque se utilizan las mismas herramientas para trabajar.

Para evitar que aparezca corrosión por efecto de los procesos de reparación de elementos fijos, es necesario aplicar una serie de revestimientos que tienen por objeto aislar la chapa de acero de la acción del agua y del oxígeno. Los mecanismos de protección consisten, entre otros, en:

- La utilización de chapas prerrevestidas (electrocincadas, galvanizadas, etc.).
- Procesos de origen (fosfatado, pasivado, imprimación cataforésica).
- Pegado y sellado de juntas y cordones (Figura 10.16).
- Aplicación de tratamiento de bajos y ceras de cavidades.
- Aplicación final de la pintura de acabado.

© Ediciones Paraninfo

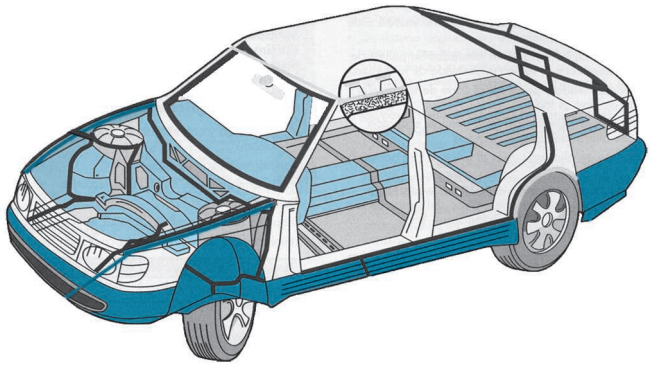
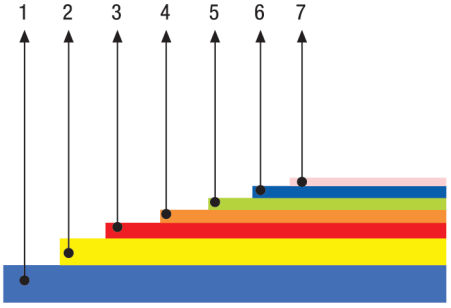


Figura 10.16. **Pegado y sellado de uniones en la carrocería.**

La protección anticorrosiva no debe considerarse como una capa única con el fin de prevenir la corrosión, sino más bien como un sistema complejo de muchas capas (Figura 10.17).



1. Chapa de carrocería.
2. Capa de galvanización (no presente en todas las chapas de la carrocería).
3. Fosfatación al cinc.
4. Electroimprimación por inmersión mecánica.
5. Fondo de relleno.
6. Barniz de acabado.
7. Cera protectora para el transporte.

Figura 10.17. **Capas de protección de la chapa de la carrocería.**

En origen, cada chapa de acero se somete a un proceso de fosfatación tras una limpieza y desengrasado a fondo para conseguir, además del efecto favorable a la protección anticorrosiva, el necesario poder adhesivo para la consiguiente electroimprimación por inmersión cataforésica (Figura 10.18). La electroimprimación por inmersión cataforésica es la base esencial de la protección anticorrosiva. Esta imprimación es el elemento más importante de agua y oxígeno hasta la superficie del metal, el fondo del sistema de protección anticorrosivo. Esto impide la penetración de relleno y el barniz de acabado, con su efecto de blindaje contra la difusión de agua y oxígeno para la superficie del metal, por lo que participan igualmente en la protección contra la corrosión. En la pintura de acabado, sin embargo, el elemento decorativo ocupa el puesto de preferencia.

Figura 10.18. **Electroimprimación por inmersión cataforésica.**

Con el empleo de chapas galvanizadas, en caso de que fallen los sistemas de cataforesis, sellado y pintado, comenzará la oxidación del cinc hasta un determinado momento en que esta se detendrá. Aún en el caso de que el revestimiento de cinc resultase dañado (impacto de piedras, arañazos), la oxidación solo afectará en un primer momento al cinc, permaneciendo intacta la chapa de acero hasta que se agote todo el cinc de la capa de protección (recubrimiento de sacrificio).

Por lo que respecta a los procesos de reparación de las diferentes piezas y conjuntos que conforman la carrocería de un vehículo, son numerosos los productos de protección anticorrosiva que se suelen aplicar. En función de su naturaleza y campo de aplicación, su clasificación se puede realizar en cuatro grandes grupos:

- Revestimientos de bajos.
- Ceras de cavidades.
- Productos electrosoldables.
- Productos de sellado.

De ellos, los dos primeros forman parte de los procesos de preparación de superficies, siendo los dos últimos, productos de protección que se aplican en los procesos de reparación de **uniones fijas.**

10.3.1. Productos electrosoldables

En la mayoría de los vehículos actuales, muchas de las uniones de las piezas que conforman la carrocería, se realizan mediante soldadura por puntos de resistencia. El punto de soldadura origina, debido a las altas temperaturas a que ha estado sometida la chapa, una zona de cascarilla de óxido por ambas caras, así como un estado de tensión entre la chapa de esa zona y la circundante. Por este motivo, antes de proceder al ensamblaje, debe protegerse

© Ediciones Paraninfo

la chapa por la cara de unión con productos antioxidantes que no se vean afectados por las altas temperaturas. Para restaurar la protección anticorrosiva de origen, y antes de efectuar las soldaduras, se han desarrollado una serie de productos electrosoldables, entre los que se encuentran:

Masillas

Este sistema de protección consiste en la aplicación previa, sobre la zona de la chapa que se ha de soldar, de una masilla que quedará interpuesta entre ambas chapas después de la soldadura. Estas masillas están compuestas por derivados del petróleo y xileno. Están envasadas en botes para su aplicación a brocha o espátula sobre una de las partes a soldar.

Sus principales características son:

- Su marcado carácter anticorrosivo.
- Su nulo índice de combustión.
- Su elevada plasticidad al ser aplicadas.

Imprimaciones de cinc

Están formadas por una mezcla de polvo de cinc con resinas epoxi y disolventes. Mediante este tipo de imprimación, se protegen contra la corrosión los puntos de soldadura, por ejemplo: puntos críticos como las bridas, las costuras de rebordes, las zonas de solapado y las superficies internas ocultas de difícil acceso por materiales de recubrimiento una vez montadas (Figura 10.19). Este tipo de protecciones no deben aplicarse como base de soporte para otros revestimientos posteriores, pues presentan una adherencia deficiente.

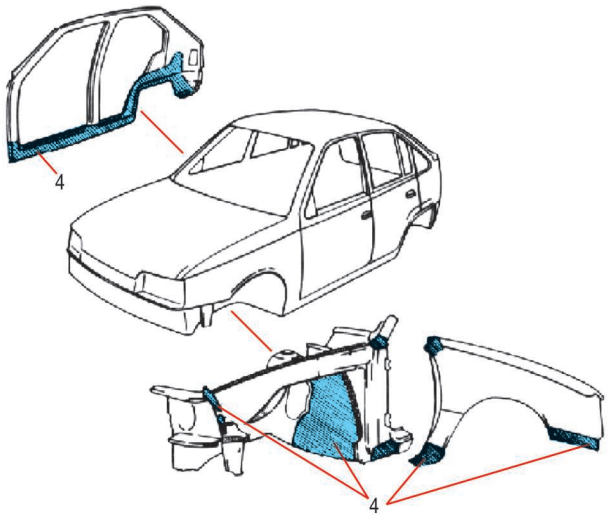


Figura 10.19. **Zonas de aplicación de la imprimación electrosoldable.**

La imprimación de puntos de soldadura se aplica por el método convencional a pistola, en aerosol (Figura 10.20), o mediante rodillo o brocha, con un grosor entre 20 y 40 µm, formando una capa que seca en pocos minutos.

Figura 10.20. **Imprimación con aerosol.**

Cintas adhesivas electrosoldables

Son materiales electrosoldables de alto contenido en cinc, que se aplican sobre las piezas a unir.

Las características más significativas de todos estos productos son:

- Buena conductividad eléctrica, permitiendo el paso de la corriente de soldadura por puntos de resistencia.
- Fácil aplicación.
- Excelentes propiedades aislantes contra la corrosión.
- No producen humos al soldar.

Para su aplicación, requieren que las zonas donde se vayan a aplicar estén libres de óxido, limpias y secas.

10.3.2. Productos de sellado

Con este nombre se suele denominar a todos los productos usados para proteger zonas o puntos de ensamblaje de las piezas de la carrocería.

Según su naturaleza, los productos de sellado pueden ser líquido-viscosos, pastosos, mastics, etc. En su mayoría tienen como base dispersiones de cloruro de polivinilo en los plastificantes líquidos, que actúan como agentes de suspensión. Mientras el producto resultante permanece a temperatura ambiente, la resina en dispersión en el plastificante permanece en suspensión; luego, con el calor, el plastificante disuelve la resina y, después, al enfriarse, se

© Ediciones Paraninfo

convierte en un sólido con características de flexibilidad, dureza y extensión, que dependen de la particular combinación de las materias primas usadas en la formulación del producto.

Hoy en día, resultan imprescindibles en los trabajos de sellado en cordones de soldadura de las chapas del compartimento motor (Figura 10.21), partes laterales, parte trasera, etc., que han de ser realizados de forma profesional de acuerdo con las especificaciones técnicas oportunas.

Figura 10.21. Sellado de uniones en el compartimento del motor.

Los selladores deben tener las siguientes propiedades:

- Buena adhesividad.
- Elevada fuerza de cohesión.
- Excelente protección contra la oxidación.
- Elasticidad elevada.
- Contracción reducida y buena aptitud para el alisamiento, sobre todo en las zonas con cordones visibles.
- Aplicación fácil, segura y rápida.

10.3.3. Productos selladores en la reparación de elementos fijos

Pastas de sellado para soldadura por puntos

Son productos a base de aceites que contienen pigmentos de fosfatación, que permiten la soldadura hasta 24 horas después de la aplicación. No contienen disolventes, por lo que no crean peligro de incendio. Son excelentes productos de protección y sellado.

Cintas selladoras

Suelen ser autoadhesivas y pintables después de su aplicación.

Las características más significativas de todos estos productos son:

- Fácil aplicación.
- Excelentes propiedades aislantes contra la corrosión.
- Consiguen un acabado similar al original.
- Son muy flexibles, por lo que se moldean fácilmente para uniones curvadas.
- Presentan un gran poder adhesivo.

Se utilizan en las juntas de reborde o pestaña de elementos como paños de puerta, capós, portones y aletas (Figura 10.22).

Figura 10.22. Sellado con cinta selladora.

Para su aplicación, requieren que las zonas donde se vayan a aplicar estén libres de óxido, limpias y secas.

El proceso de aplicación es el siguiente:

1. Limpiar la zona de unión, eliminando cualquier resto de adhesivo, silicona, etcétera.
2. Aplicar un producto activador de adhesión (imprimación) y esperar su evaporación (unos 10 minutos aproximadamente).
3. Aplicar la cinta selladora apretando firmemente (sin estirarla) sobre la unión. Aunque son fácilmente moldeables, en las esquinas es recomendable realizar un empalme cortando ambos extremos a 45º.
4. Aunque son reposicionables, conviene no moverlas después de su aplicación. Tampoco es necesario aplicar calor para acelerar su secado.

Selladores PUR

Son productos a base de poliuretano que sellan y pegan. Se endurecen por absorción de humedad atmosférica (Figura 10.23). Se pueden pintar con todas las pinturas habituales en el mercado sin necesidad de secado inter-

© Ediciones Paraninfo

Figura 10.23. Sellador por absorción de humedad (PUR).

medio. Se utilizan habitualmente para sellar costuras estructurales y costuras normales. Se presentan normalmente como masillas selladoras o adhesivos-selladores.

Entre sus propiedades más importantes destacan:

- Excelente adhesión sobre chapa en bruto.
- Sellan y pegan de forma óptima.
- Se pueden pintar inmediatamente.
- Se pueden soldar a todo espesor con la máquina de soldadura por puntos de resistencia.

Su forma de aplicación usual es pulverizadas o extrusionadas. En su aplicación, hay tres aspectos que se deben tener en cuenta:

- La preparación de las superficies.
- El espesor de la junta.
- Los tiempos de secado.

Selladores que contienen disolventes

Este tipo de selladores se endurecen por evaporación del disolvente (Figura 10.24). Su propiedad más importante radica en su excelente adhesión incluso sobre sustratos ligeramente sucios, grasientos o ligeramente «aceitados». Por tanto, resultan ideales para sellar zonas de difícil acceso que no se pueden limpiar completamente.

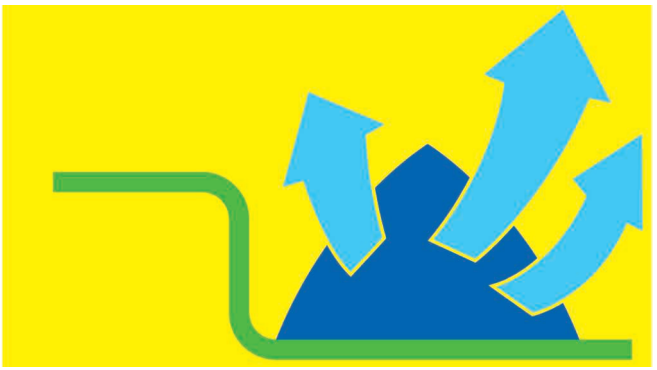


Figura 10.24. Sellador por evaporación del disolvente.

Otras características son: fácilmente aplicables a pincel y muy buena adhesión sobre chapas de acero en bruto (desengrasadas, prepegadas, imprimadas y pintadas).

10.3.4. Técnicas de sellado de costuras

A pincel

Esta técnica (Figura 10.25), consiste en primer lugar, en aplicar un cordón de masa selladora mediante una pistola de extrusión manual o neumática. A continuación, hay que extender dicho cordón con un pincel, y finalizar con el pintado de la aplicación una vez solidificada (24 horas). Este método presenta el inconveniente de no presentar un acabado similar al conseguido en origen, por lo que las reparaciones efectuadas siempre serán visibles.

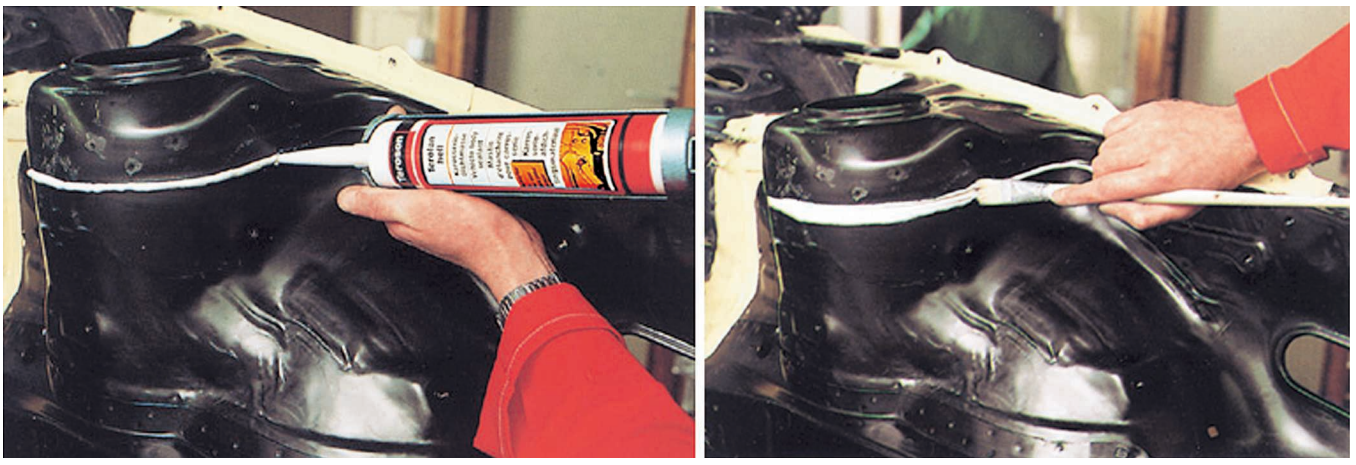


Figura 10.25. Sellado a pincel.

© Ediciones Paraninfo

Los selladores a pincel están especialmente indicados para su aplicación en:

- La pared posterior del compartimento motor.
- El fondo del maletero.
- El suelo del habitáculo.
- La bóveda de los amortiguadores.
- Los pases de rueda.
- Los bajos del vehículo.
- ... y en general sobre costuras normales y solapamientos.

Por pulverización

Es la técnica recomendable para el sellado de la carrocería (Figura 10.26). Consiste en la aplicación de un sellador de costuras pulverizable mediante pistola telescópica por aire a presión. Este sistema presenta, respecto al anterior, las ventajas de poder ejecutarse con mayor rapidez y realizar todo el proceso en una única operación.

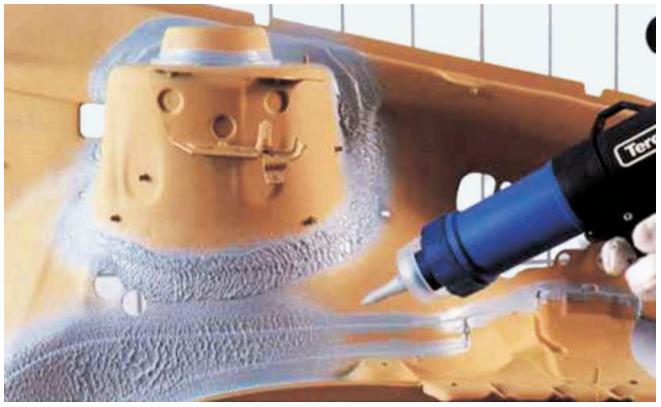


Figura 10.26. Sellado por pulverización.

10.3.5. Recomendaciones de seguridad en el manejo de productos anticorrosivos

Durante la aplicación y el manejo de estos productos anticorrosivos deben tenerse en cuenta las siguientes recomendaciones:

a) Algunos productos son inflamables, por lo que durante su aplicación o manejo no se deberá fumar ni mantener llama abierta (soldadura, sopletes, etc.) en su proximidad.

b) Debe evitarse siempre la inhalación y el contacto del producto con la piel y los ojos.

c) La pulverización de los productos se realizará en locales bien ventilados.

d) Los productos no endurecidos se pueden considerar residuos especiales, por lo que es necesario seguir el plan de eliminación de residuos apropiado.

e) En pulverizaciones de anticorrosivos, es recomendable utilizar guantes, gafas y mascarillas de protección.

f) Una medida de prevención elemental consiste en no utilizar cartuchos que han sido deformados o que presentan abolladuras.

g) Siempre se debe desconectar el suministro de aire de la pistola cuando vaya a sustituirse el cartucho.

h) Se tendrá siempre la precaución de almacenar los cartuchos de productos en lugares secos y alejados de posibles fuentes de calor.

i) En todos los casos, es necesario seguir fielmente las indicaciones de aplicación del fabricante del producto.

j) Cuando no se utilizan, se deben mantener los envases cerrados herméticamente.

Medidas de protección en la aplicación de selladores

Básicamente, se pueden resumir en:

- Utilizar la indumentaria de protección usada en los procesos de pintado.
- Evitar el contacto con los ojos y la piel.
- No inhalar el producto rociado.
- Pulverizar el producto en locales bien ventilados.

10.4. Uniones fijas mediante adhesivos

El empleo de adhesivos como elementos de unión es cada vez más frecuente en los distintos ensamblajes existentes en el conjunto de la carrocería del automóvil. Cuando los adhesivos utilizados confieren a una determinada unión una elevada resistencia mecánica, el ensamblaje obtenido puede considerarse como una unión **fija.** Las uniones pegadas pueden realizarse exclusivamente mediante adhesivos o conjuntamente con otros sistemas de unión como la soldadura, el remachado, etc. La utilización de adhesivos permite unir materiales de distinta naturaleza permaneciendo aislados unos de otros. Este hecho resulta fundamental en el caso de tener que unir acero y aluminio (carrocerías híbridas) para evitar la corrosión galvánica.

© Ediciones Paraninfo

Los productos adhesivos son sustancias líquidas o pastosas que aplicadas entre las superficies de dos materiales permiten una unión resistente a la separación. Se denominan sustratos a los materiales que se pretende unir por medio del adhesivo (Figura 10.27).

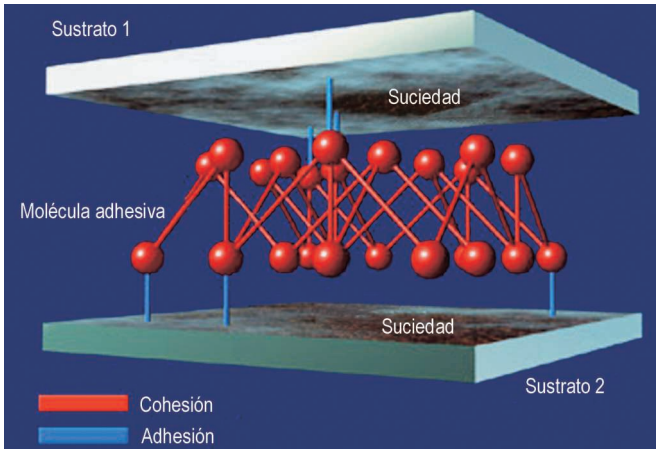


Figura 10.27. **Adhesión y cohesión.**

El mecanismo de unión depende de:

- La fuerza de unión del adhesivo al material o adhesión.
- La fuerza interna del adhesivo o cohesión.

Se denomina **adhesión** a la fuerza de unión en la interfase (zona de separación entre el adhesivo y el sustrato) de contacto entre dos materiales. Las fuerzas físicas de atracción y absorción tienen una gran importancia en la unión. El adhesivo debe penetrar totalmente en la rugosidad superficial y mojar toda la superficie. La resistencia de la fuerza adhesiva depende por esta causa del grado de mojado (máximo contacto intermolecular) y, por otro lado, de la capacidad adhesiva de la superficie.

Por **cohesión** se entiende la acción de las fuerzas que se oponen a la separación de las moléculas de un mismo cuerpo. Es decir, la resistencia interna del propio producto.

Es importante dejar claro que cada tipo de **adhesivo** tiene un ámbito de aplicación que depende de sus propiedades mecánicas y químicas, tanto antes como después de producirse su endurecimiento. Como ejemplo, un **poliuretano** es un adhesivo idóneo para conferir estructuralidad al conjunto de la carrocería y a las ventanas de un vehículo. Sus propiedades adhesivas son muy inferiores a las de una resina epoxi, pero su elasticidad le permite soportar y amortiguar las deformaciones a las que pueden verse sometidas tales estructuras. Bajo estas condiciones un adhesivo epoxi es excesivamente rígido para soportar los cambios que se producen en la geometría de la estructura. Otro ejemplo serían las cintas adhesivas de baja adhesión que no destruyen el **sustrato.** Sería absurdo emplear en tal caso adhesivos de mayor rendimiento, que podrían dañar los materiales cuando aquellos fueran eliminados.

Las uniones adhesivas se adaptan perfectamente a los nuevos conceptos de fabricación de carrocerías, en los que priman la calidad del producto y la seguridad del vehículo para conseguir mejores prestaciones y contribuir a la reducción de peso.

En general, las uniones adhesivas presentan las siguientes ventajas con respecto a otros métodos de ensamblaje de materiales:

- **Distribución uniforme de tensiones:** se eliminan las puntas de tensión que aparecen en los taladros roscados y lisos empleados para montar tornillos y remaches (Figura 10.28). Asimismo, se evitan los

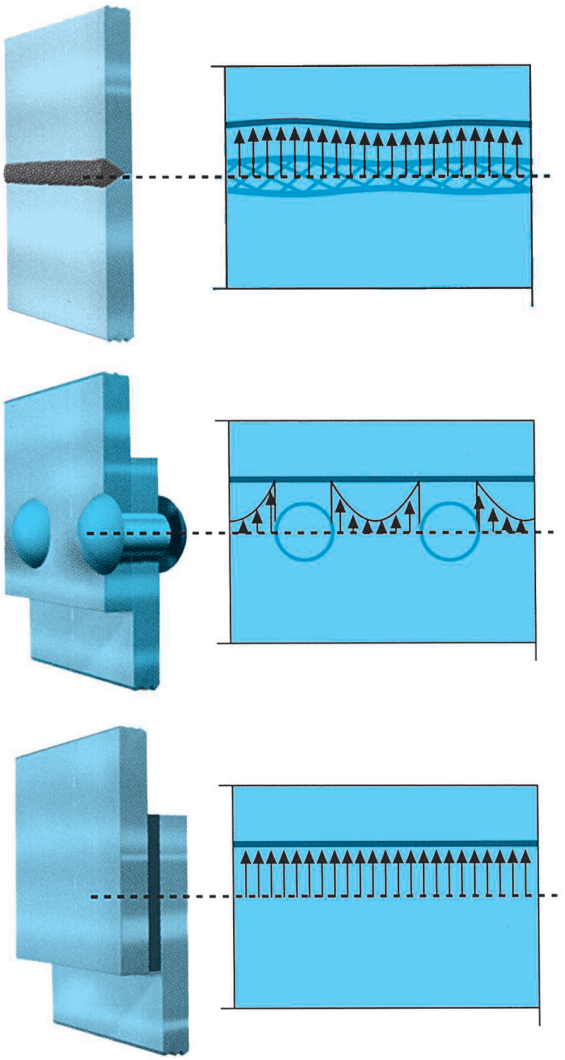


Figura 10.28. **Distribución uniforme de las tensiones.**

© Ediciones Paraninfo

cambios estructurales producidos por la soldadura en el material, que afectan su resistencia a la fatiga bajo cargas dinámicas.

- **No se produce distorsión del sustrato:** las piezas no se calientan y no sufren deformaciones debidas al calor o a esfuerzos mecánicos. Además, se permite el montaje sencillo de sustratos de diferentes masas y dimensiones.
- **Permiten la unión de distintos materiales:** la soldadura, por ejemplo, solo permite la unión de metales idénticos o muy similares. El adhesivo permite combinar materiales según las características concretas que la aplicación exija a cada sustrato.
- **Uniones selladas:** los adhesivos actúan también como selladores. En ocasiones se emplean para hacer estancas otras uniones mecánicas.
- **Aislamiento:** permite la unión de metales de diferentes propiedades electroquímicas, evitando fenómenos como la corrosión galvánica bimetálica, la erosión por fricción y la corrosión por frotamiento. Por efecto ocupacional también evitan la entrada de agentes corrosivos como la humedad y el aire.
- **Reducción del número de componentes:** como tornillos, pasadores, remaches, abrazaderas, etc., lo cual disminuye los costes asociados a la manipulación y almacenaje de estas piezas.
- **Mejora el aspecto del producto:** las uniones adhesivas son más lisas, escondiendo las juntas a la vista y mejorando la estética del conjunto.
- **Compatibilidad del producto:** los adhesivos aceleran los procesos de ensamblaje, aumentando la capacidad de producción.
- **Uniones híbridas:** los adhesivos usados en conjunción con métodos de ensamblaje mecánico mejoran el rendimiento global de la junta.

Como inconvenientes de los adhesivos, podemos destacar:

- **Preparación superficial:** puede ser necesaria para lograr resultados fiables.
- **Tiempos de curado:** la reparación puede retrasarse cuando se emplean adhesivos que precisan tiempos de curado prolongados para lograr la resistencia a la manipulación y la resistencia funcional.
- **Desmontaje:** las uniones adhesivas pueden ser difíciles de desmontar.
- **Resistencias mecánica y a la temperatura limitadas:** los adhesivos son polímeros y en consecuencia tienen una limitada resistencia mecánica y térmica.

A la hora de elegir el sistema de unión más idóneo, hay que tener en cuenta que, para poder utilizar otros sistemas alternativos al adhesivo, como tornillos y remaches, es necesario realizar taladros en las piezas, lo que ocasiona su debilitamiento. Cuando el ensamblaje está sometido a carga, la tensión se concentra cerca de los taladros, lo que a veces puede provocar la «fatiga» prematura del material. Como consecuencia, es conveniente aumentar el espesor del material para lograr la estabilidad necesaria. Además, estos taladros incrementan el peligro de aparición de la corrosión; por lo que es necesario aplicar protecciones que encarecen y alargan el proceso de unión.

Habitualmente, los fabricantes de vehículos determinan las zonas específicas de aplicación de adhesivos. Como norma general, no deben unirse piezas cuya superficie de contacto no garantice la suficiente resistencia y garantía, o aquellas que deban soportar grandes esfuerzos.

10.4.1. Separación de una unión adhesiva

Los esfuerzos mecánicos actúan sobre los conjuntos ensamblados como esfuerzos de tracción, de compresión, de flexión, de torsión y de cortadura, provocando así las tensiones. Aun así, las tensiones no aparecen únicamente como consecuencia directa de transmitir fuerzas o energías, sino que también se pueden dar por la aparición de fenómenos secundarios que acompañan a los cambios de temperatura. Esquemáticamente, podemos hablar de los siguientes tipos de solicitaciones sobre las uniones adhesivas:

- Esfuerzos normales de tracción y de compresión.
- Esfuerzos de cortadura o cizalla.
- Esfuerzos de pelado.

El proceso de separación se debe, normalmente, a la acción de cargas a la rotura bajo diferentes tipos de esfuerzos (Figura 10.29):

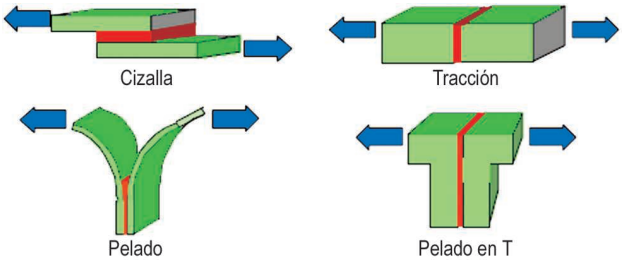


Figura 10.29. Distintos procesos de separación.

- **Esfuerzos normales.** Son los que se producen cuando los sustratos sufren tensiones en una dirección perpendicular al plano de la unión adhesiva. Pueden ser:

© Ediciones Paraninfo

– **De tracción.** Cuando el sentido es el de separación de los sustratos.

– **De compresión.** Cuando es de acercamiento de los sustratos.

Suponiendo una alta rigidez de los sustratos, los esfuerzos se distribuyen de manera uniforme en todo el plano de la unión adhesiva. Por tanto son esfuerzos que permiten trabajar a toda la superficie de adhesión. Los adhesivos estructurales tienen elevadas resistencias a la tracción, por lo que resultan muy adecuados para soportar tales esfuerzos. Para evitar tensiones de desgarramiento se emplean sujeciones físicas complementarias.

- **Esfuerzos de cizalla.** Se producen cuando las fuerzas actúan paralelamente al plano de unión, de forma que el adhesivo trabaja capa sobre capa, es decir, en el seno del adhesivo.

  En este tipo de esfuerzos, la unión adhesiva suele trabajar en toda su superficie. Los adhesivos rígidos tienen, en general, elevada resistencia a la cizalla.

- **Esfuerzos de pelado.** Aparecen cuando se aplica una tensión de tracción sobre uno de los extremos de los sustratos, cuando uno de ellos o ambos son flexibles. Produce la separación parcial y una transmisión no uniforme del esfuerzo a la unión adhesiva.

  Se trata del peor esfuerzo al que se puede someter una unión adhesiva, y debe ser evitado mediante modificaciones en el diseño. No obstante, los adhesivos estructurales elásticos solventan los efectos de las tensiones de pelado.

Para conseguir ensamblajes adhesivos correctos hay que plantear durante la etapa de diseño un trazado que evite, en lo posible, esfuerzos que no sean de tracción o de cortadura en las uniones adhesivas.

Cuando se diseña una unión adhesiva se pretende que la separación nunca se produzca en la interfase sustrato-adhesivo, es decir, que la rotura no sea en ningún caso adhesiva (Figura 10.30).

El fallo deseable es el cohesivo, el cual se puede predecir en función de las condiciones de diseño de la aplicación y de las propiedades mecánicas del adhesivo. Por tanto, a la hora de evaluar la idoneidad de una junta adhesiva, se deben considerar tanto la resistencia a la separación como la forma de ruptura de la unión adhesiva.

Existen ensayos para comprobar la durabilidad de las uniones adhesivas. Esto permite comparar entre sí diferentes adhesivos, de modo que con una información técnica adecuada, se pueda decidir, *a priori*, qué adhesivo soportará mejor las condiciones de trabajo de nuestra aplicación.

10.4.2. Resistencia al impacto de las uniones adhesivas

El impacto es un esfuerzo mecánico que se produce en un corto espacio de tiempo. Las consecuencias de un impacto sobre una determinada unión adhesiva vienen determinadas en función de la naturaleza de los sustratos. Al margen de las deformaciones que se puedan producir, el impacto produce una onda de compresión que se transmite por las diferentes partes del conjunto, dependiendo de la capacidad de absorción de energía de los materiales que componen los sustratos. Los materiales adhesivos más resistentes al impacto son los que tienen un grado de elasticidad y tenacidad mayor, ya que son capaces de absorber la energía provocada por el impacto sin que se produzca la rotura. Los adhesivos de carácter rígido, en cambio, romperán frente a impactos de suficiente energía.

La naturaleza de los sustratos influye de manera decisiva a la hora de predecir la resistencia al impacto. Así, los sustratos metálicos transmiten en su práctica totalidad las vibraciones provocadas por el impacto. Como consecuencia, las uniones adhesivas reciben vibraciones de alta energía, por lo que es recomendable el uso de productos adhesivos tenaces o elastómeros[1].

[1] Materiales, naturales o artificiales, capaces de deformarse bajo una carga relativamente baja y recuperar su forma original cuando tal esfuerzo cesa.

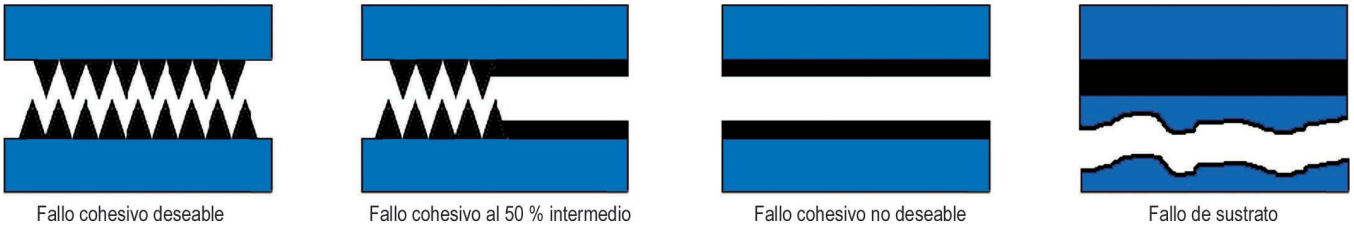


Figura 10.30. **Distintos fallos de cohesión.**

© Ediciones Paraninfo

10.4.3. Influencia de la temperatura sobre la junta adhesiva

Frente a temperaturas muy bajas los adhesivos tienden a volverse rígidos y frágiles. Se debe prestar especial atención a los adhesivos elásticos sometidos a temperaturas extremadamente bajas, puesto que pierden buena parte de sus propiedades. La resistencia al calor es la resistencia del adhesivo a una temperatura elevada puntual. Las altas temperaturas provocan un reblandecimiento, que produce una degradación irreversible cuando se sobrepasa la temperatura de descomposición.

La resistencia a la temperatura es la durabilidad que presentan las adhesiones bajo condiciones de exposición prolongada a altas temperaturas. En general, provocan fenómenos de oxidación en los adhesivos.

10.4.4. Influencia de la humedad sobre la junta adhesiva

El efecto del agua en la junta adhesiva se debe a su acción sobre la interfase, más que a la debilitación del material adhesivo por absorción de la humedad. El efecto del agua en la adhesión se produce por la aparición de dos procesos: uno de absorción y difusión del agua a través del adhesivo, y otro de adsorción de agua en la interfase por desplazamiento del adhesivo.

Por otro lado, la absorción de agua altera tanto la rigidez de la junta como la distribución de esfuerzos sobre ella.

La propagación de la rotura en ambientes húmedos tiene lugar, fundamentalmente, en la interfase adhesivo-sustrato. La energía necesaria para producir la separación es muy inferior en condiciones de humedad ambiental. Una vez producida la fisura, los fenómenos de corrosión crean una capa de débil cohesión que soporta poco o ningún esfuerzo.

10.5. Adhesivos estructurales

El uso de adhesivos estructurales se extiende a la práctica totalidad de los sectores industriales. Sin embargo, adquiere especial relevancia en la industria aeronáutica y la industria de la automoción (Figura 10.31).

Por adhesivos estructurales se entienden aquellos que poseen una gran adherencia, una fuerte cohesión, una elevada resistencia mecánica y una excelente durabilidad. Para que un adhesivo pueda ser empleado con fines estructurales debe aportar una determinada rigidez a la junta adhesiva, de modo que los movimientos relativos entre las piezas no hagan perder su estructura. Por este motivo es importante conocer los módulos de elasticidad de los adhesivos elastómeros empleados con fines estructurales. Dicho módulo indica la relación existente entre la tensión aplicada a un material y la deformación ocasionada. En los adhesivos elastómeros, como los poliuretanos, el módulo elástico no es constante, ya que no existe proporcionalidad entre tensión y deformación. En función del módulo de elasticidad se pueden distinguir los siguientes tipos de adhesivos:

Figura 10.31. **Adhesivos estructurales y equipo.**

1. **Adhesivos rígidos:** alta resistencia frente a esfuerzos normales o de cortadura. Baja resistencia frente a esfuerzos de pelado y desgarro. Mala resistencia frente a esfuerzos dinámicos e impacto.
   - 1.1. Con gran capacidad de relleno de holguras:
     - 1.1.1. Epoxis.
   - 1.2. Superficies coincidentes:
     - 1.2.1. Cianoacrilatos.
2. **Adhesivos tenaces:** buena resistencia frente a esfuerzos normales o de cortadura. Buena resistencia frente a esfuerzos de pelado y desgarro. Buena resistencia frente a esfuerzos dinámicos e impacto.
   - 2.1. Con gran capacidad de relleno de holgura:
     - 2.1.1. Epoxis tenaces.
     - 2.1.2. Acrílicos UV y anaeróbicos UV.
     - 2.1.3. Acrílicos bicomponentes.
   - 2.2. Con capacidad intermedia de relleno de holgura:
     - 2.2.1. Acrílicos de curado con activador.
     - 2.2.2. Anaeróbicos estructurales.
   - 2.3. Para superficies coincidentes:
     - 2.3.1. Cianoacrilatos tenaces.

© Ediciones Paraninfo

3. Adhesivos flexibles: baja resistencia frente a esfuerzos normales o de cortadura. Alta resistencia frente a esfuerzos de pelado y desgarro. Buena resistencia frente a esfuerzos dinámicos e impacto.

   3.1.1. Siliconas.

   3.1.2. Poliuretanos.

Algunos de estos adhesivos presentan el módulo de elasticidad reflejado en la Tabla 10.1.

Tabla 10.1. Comportamiento mecánico de las familias adhesivas más importantes

Adhesivo	Módulo			
	Rígido	Elastómero	Elastoplástico	Plástico
Acrílico	■			
Cianocrilato	■			
Epoxi	■			
Silicona		■	■	
Poliuretano		■	■	
Caucho			■	■

Los adhesivos elastómeros tienen más capacidad de deformación, soportando de forma extraordinaria las tensiones provocadas en la zona de adhesión. La naturaleza de estos materiales permite que exista una distribución de esfuerzos en la zona de la unión adhesiva, evitando la acumulación de tensiones en los extremos y, en consecuencia, la aparición de puntos críticos de carga en los que puede aparecer la ruptura.

Los adhesivos elásticos vuelven a su posición original cuando cesa la fuerza que ha originado el esfuerzo, debido a que combinan el propio esfuerzo resistente con la energía de deformación. Estos adhesivos no soportan tanta carga como los adhesivos rígidos, si bien su capacidad de movimiento les permite absorber parte del esfuerzo.

Los adhesivos plásticos responden frente a esfuerzos externos deformándose sin recuperar en ningún momento su forma original. Tienen una resistencia estructural casi nula y sus únicas funciones son las de proporcionar estanqueidad en uniones fijadas mecánicamente o de relleno.

Los cianoacrilatos se emplean fundamentalmente sobre sustratos plásticos. Multitud de elementos empleados en los vehículos, desde los que entran a formar parte del interior del habitáculo hasta aquellos que conforman diversos subcomponentes aprovechan las ventajas de estos adhesivos. Su velocidad de curado así como su excelente resistencia mecánica los convierten en candidatos para todo tipo de ensamblajes de piezas pequeñas (Figura 10.32).

Figura 10.32. Adhesivo de cianocrilato.

Desde el punto de vista de la estructuralidad tal vez sean los adhesivos en base epoxi los más empleados (Figura 10.33). A pesar de las dificultades en su aplicación, los epoxis han demostrado ser adhesivos de alto rendimiento en la fabricación de estructuras tipo panel de abeja en carrocerías para vehículos industriales, autobuses, caravanas, etc. Las formulaciones empleadas se hallan reforzadas con materiales que mejoran la tenacidad de las resinas, puesto que estas estructuras se hallan sometidas a cargas dinámicas. Asimismo, los epoxis se emplean en uniones estructurales de las nuevas carrocerías para vehículos ligeros, sustituyendo la soldadura. Otra de sus aplicaciones es su empleo como resina matriz para muchos de los materiales compuestos que ya se están empleando masivamente en la industria (fabricación de cuadros de bicicletas, material estructural para carrocerías de vehículos, cascos para motos, adhesivos para el montaje de circuitos impresos, etc.).

Figura 10.33. Adhesivo epoxi.

© Ediciones Paraninfo

10.5.1. Características de los adhesivos estructurales

Algunas características importantes de los adhesivos estructurales son las siguientes:

- Los adhesivos estructurales pueden soportar y transmitir energía de una superficie a la otra sin recurrir a ningún tipo de cierre mecánico.
- Pueden sustituir, parcialmente, a la soldadura por puntos.
- En el encolado de metales, los adhesivos estructurales pueden compararse en cuanto a calidad, con una soldadura y a menudo ofrecen una resistencia superior.
- Muchos adhesivos estructurales, de curado a temperatura ambiente, soportan hasta 200 °C. Las siliconas que en ocasiones se emplean como adhesivos estructurales pueden llegar a soportar temperaturas de hasta 350 °C.
- La resistencia al corte de materiales unidos mediante tales pegamentos varía según el tipo de encolado, el tiempo de endurecimiento y los materiales encolados, pero en todo caso alcanza valores que oscilan entre 150 y 250 kg/cm^2.

Frente a los sistemas tradicionales de anclaje y unión de paneles exteriores de la carrocería (Figura 10.34), los adhesivos ofrecen las siguientes ventajas:

- Permiten la unión de materiales distintos.
- Se pueden unir metales con propiedades electroquímicas distintas, evitando la corrosión, la erosión por fricción y la corrosión por frotamiento.
- Reducción del número de componentes.
- Distribución uniforme de la tensión; se minimiza el riesgo de rotura por fatiga al eliminarse las tensiones puntuales.

Figura 10.34. Unión panel exterior.

- Mejoran la estética del montaje.
- No se producen distorsiones en el material, ya que se elimina el calentamiento y pueden unirse piezas con diferentes masas y dimensiones.
- Ofrecen, en muchos casos, buenas propiedades de estanqueidad.

No obstante, conviene también tener presente que:

- Presentan, relativamente, bajos valores mecánicos.
- Tienen una resistencia limitada a la temperatura.
- La duración del proceso es menor, pero requiere de un período de curado (endurecimiento) del adhesivo.
- El tiempo de almacenamiento de los adhesivos es limitado.
- Poseen una resistencia limitada a ácidos fuertes y al fuego.

Su empleo puede combinarse con otros sistemas de unión como la soldadura, el remachado, el atornillado y el engatillado.

10.5.2. Clasificación de los adhesivos estructurales

Los adhesivos estructurales más empleados en la reparación de carrocerías son:

- Poliuretanos bicomponentes (PUR 2K).
- Resinas epoxi.
- Adhesivos acrílicos.
- Silanos modificados.

Poliuretanos

Pertenecen a la familia de los adhesivos elastómeros. La adhesión elastómera es capaz de absorber movimientos mecánicos o térmicos entre materiales diversos. Además, aseguran una distribución uniforme de esfuerzos, un mejor comportamiento antivibratorio, resistencia a impactos y compensación de tolerancias.

Los poliuretanos son polímeros (elementos químicos que consisten, esencialmente, en unidades estructurales repetidas) que se generan con la reacción de los isocianatos con alcoholes. Polimerizan[1] por absorción de la humedad atmosférica (Figura 10.35). Tienen buena adherencia, resistencia al agua y flexibilidad, conservando dichas propiedades a bajas temperaturas, aunque su resistencia al cizallamiento es muy limitada.

[1] La polimerización consiste en una reacción química en la que dos o más moléculas se combinan para formar otra de la misma estructura y composición porcentual en el caso de que dichas moléculas sean iguales.

© Ediciones Paraninfo

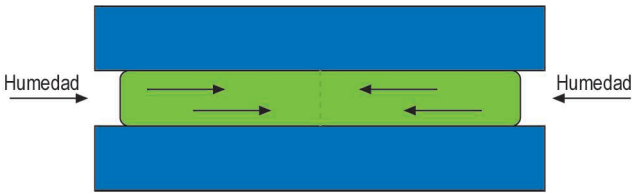


Figura 10.35. **Poliuretano polimerizado por absorción de la humedad.**

Su formulación puede ser monocomponente (1K-PUR) (Figura 10.36) o bicomponente (2K-PUR) (Figura 10.37). Los primeros se utilizan como adhesivos selladores y para pegar accesorios como *spoilers*, molduras, etc. Los segundos se emplean como elementos de ensamblaje y reparación de piezas de la carrocería. Están constituidos por el poliuretano propiamente dicho y el agente de curado, produciéndose su endurecimiento por reacción química entre ambos. Su proceso de curado es relativamente rápido y suelen ser más rígidos que los monocomponentes.

Figura 10.36. **Poliuretano monocomponente.**

Figura 10.37. **Poliuretano bicomponente.**

Algunas ventajas de la reparación utilizando poliuretanos bicomponentes son:

- Amplio espectro de adhesión.
- Tiempo de aplicación adecuado para cubrir grandes zonas dañadas.
- Mezcla automática de los componentes del poliuretano.
- Alta estabilidad hasta temperaturas de 80 °C.
- Muy buena rectificabilidad para facilitar un rápido tratamiento posterior.
- Alta resistencia a la fatiga.
- Buena resistencia a la tracción.
- Buen comportamiento a los esfuerzos dinámicos.
- Fácil desmontaje posterior mediante un generador de aire caliente a unos 300 o 400 °C.

Su empleo está indicado para el pegado de lunas, piezas plásticas y unión de paneles o elementos estructurales de laterales, suelos, techos y elementos diversos.

Resinas epoxi (ep)

Conforman el grupo de adhesivos más extendido entre los estructurales. Los epoxis son comúnmente sistemas adhesivos bicomponentes, compuestos por la resina epoxi base y un agente de curado o endurecedor. Suelen precisar calor para su curado o, al menos, para realizar un poscurado del adhesivo. Los epoxis de curado a temperatura ambiente no son de igual rendimiento, aunque suele ser suficiente para muchas aplicaciones. Entre las diferentes variedades, los epoxis-fenólicos son adhesivos resistentes a altas temperaturas continuas.

Para solventar los problemas de rigidez de los adhesivos epoxi, se desarrollaron los denominados «epoxis tenaces», adhesivos que contienen disperso en su seno generalmente caucho nitrilo. Los agentes de curado más empleados en los epoxis de curado a temperatura ambiente son las aminas alifáticas, las versamidas (derivadas de aminas alifáticas) y aceites secos dimerizados.

Los epoxis (Figura 10.38) son adhesivos que resultan particularmente útiles para unir chapas o piezas metálicas, aunque en general son válidos para casi todos los sustratos. El disolvente más utilizado con este tipo de adhesivos suele ser acetona o un limpiador epoxídico especial.

© Ediciones Paraninfo

Figura 10.38. Adhesivos epoxis.

Su formulación puede ser:

- **Bicomponente.** Constan de un elemento base, o resina propiamente dicha (epoxi), y un elemento endurecedor (aminas primarias o versamidas), produciéndose su secado por reacción química entre ambos.
- **Monocomponente.** En este tipo de resinas epoxi, el elemento endurecedor se encuentra latente y únicamente se libera por reacción a alta temperatura.
- **Cinta moldeable.** Una vez amasada, se usa como la plastilina y queda dura como el acero.

Además de una resina epoxi y de un agente endurecedor, los epoxis bicomponentes pueden contener otros elementos:

- Cargas como aluminio, sílice, etc. Se emplean para minimizar los fenómenos de contracción-expansión del adhesivo.
- Espesantes para aumentar la viscosidad.
- Pigmentos para colorear el adhesivo.
- Resinas diluyentes para mejorar la tenacidad o la flexibilidad, mejorar el curado, mejorar la resistencia térmica, etcétera.
- Aceleradores de curado a temperatura ambiente.

Propiedades de los adhesivos epoxis

Entre las propiedades más importantes de los adhesivos epoxis se encuentran las siguientes (Tabla 10.2):

- Tienen un gran poder de relleno de holguras.
- Alta resistencia a la cizalla y a la tracción.
- Son adhesivos muy rígidos. Presentan una buena resistencia al pelado y al impacto, en formulaciones flexibles (epoxi-nitrilo).
- Aunque es dieléctrico y aislante térmico, puede ser modificado para conducir la electricidad y el calor.
- Ofrecen una buena resistencia química.
- Resisten temperaturas de hasta 180 °C (250 °C en algunas formulaciones).
- Presentan problemas de absorción y difusión de la humedad en su seno.
- Para aplicaciones estructurales las uniones deben ser curadas a elevadas temperaturas o, en el caso de curado a temperatura ambiente, se precisa un poscurado por calor.
- El tiempo de manipulación de estos productos suele estar comprendido entre 15 y 30 minutos.
- El tiempo de secado es variable, pudiendo oscilar, en función de cada resina, entre 5 minutos y 24 horas. Su elasticidad también es variable, siendo generalmente más elásticas las de curado rápido.

Tabla 10.2. Ejemplo de propiedades de un adhesivo epoxi bicomponente para el pegado de paneles

	Base	Acelerador
Composición química	Epoxi	Amina
Color	Negro	Amarillento
Densidad (libras/galón)	8,0	10,0
Contenido en sólido	100 %	100 %
Consistencia	Líquido viscoso	Líquido viscoso
Ratio de mezcla en peso	172 partes	100 partes
Ratio de mezcla en volumen	200 partes	100 partes
Tiempo de manipulación	15 a 30 minutos	
Condiciones de almacenamiento	12 meses máximo de 5 a 30 °C	
Resistencia máxima a la tracción: Aceros Plásticos	 200 kg/cm² 20 kg/cm²	

© Ediciones Paraninfo

- Presentan excelente adhesión sobre diferentes sustratos: metal, plásticos, etc., obteniéndose uniones de elevada resistencia, del orden de 200 kg/cm^2 sobre acero y 20 kg/cm^2 sobre plástico. Son resistentes a los choques, los impactos y las vibraciones.
- El tiempo de almacenamiento de estos productos suele ser de 12 meses, siempre que se realice en las condiciones apropiadas.

El proceso genérico de trabajo en la aplicación de estos adhesivos consiste en:

1. Limpiar las piezas minuciosamente de pintura y posibles óxidos.
2. Aplicar cantidades iguales de endurecedor y resina, mezclándolos bien.
3. Aplicar la mezcla a una pieza de trabajo.
4. Aplicar presión a la unión, retirando el exceso de adhesivo.
5. Dejar secar durante varias horas.

Adhesivos acrílicos

Los adhesivos acrílicos modificados estructurales constituyen la más sofisticada familia de adhesivos por sus características y versatilidad. Se pueden considerar incluso una solución alternativa a los métodos mecánicos de ensamblaje o a la soldadura. Entre las diferentes variedades de estos adhesivos pueden citarse: los acrílicos de uso general, los acrílicos de segunda generación y los acrílicos de alto rendimiento.

Las ventajas de estos adhesivos son: su versatilidad, su gran resistencia hidrolítica y a los agentes agresivos, su fácil dosificabilidad en producción, su excelente relación precio/rendimiento, la necesidad de una mínima o incluso la no necesidad de preparación superficial, las excelentes propiedades mecánicas del adhesivo y la posibilidad de relleno de holguras.

Entre los inconvenientes tenemos su pobre adhesión sobre elastómeros curados y plásticos de baja energía superficial, su olor apreciable, la necesidad de unas proporciones de mezclado variables y diferentes a 1:1 en el caso de las versiones bicomponentes y la inflamabilidad del adhesivo sin curar.

En su aplicación no se recomienda el uso de calor para completar o ayudar el curado del adhesivo.

Estos adhesivos (Figura 10.39) curan a temperatura ambiente cuando se usan con activadores. Según el adhesivo, este y el activador pueden aplicarse por separado a las superficies de unión o combinarse previamente antes de su aplicación. También existen adhesivos que se utilizan con un activador; en este caso nunca se mezclan previamente y se aplican por separado a las superficies de unión. El adhesivo comienza a curar cuando se montan las piezas a unir.

Figura 10.39. Adhesivos acrílicos.

Silanos modificados

Son adhesivos estructurales de alta resistencia, especialmente indicados para uniones elásticas permanentes (Figura 10.40). Como su nombre indica, tienen como base un polímero de silano modificado, lo que conlleva las siguientes ventajas:

- No contienen silicona.
- No contienen disolventes.
- No contienen isocianato.

Además presentan las siguientes propiedades:

- Muy elásticos y resistentes.
- Gran estabilidad inicial y rápido curado.
- Adhesión a una gran variedad de sustratos sin necesidad de imprimación.
- Gran resistencia al envejecimiento, a los rayos UV, y a los agentes atmosféricos en general.
- Excelentes propiedades de sellado.

Figura 10.40. Adhesivo silano modificado.

© Ediciones Paraninfo

10.6. Proceso de unión con adhesivos

Para el empleo de adhesivos, en general, y en particular para su uso en la unión de paneles, aletas traseras y techos de la carrocería, se deben tener en cuenta una serie de consideraciones, a fin de que los resultados obtenidos se correspondan con los objetivos propuestos. En una gran mayoría de los casos, la obtención de resultados poco satisfactorios se debe más a fallos en el diseño de la unión o a aplicaciones incorrectas de los productos, que a limitaciones técnicas de los mismos.

De forma general, a la hora de utilizar un adhesivo estructural, deberá prestarse especial atención a los siguientes aspectos:

- Elección del adhesivo.
- Diseño de las uniones adhesivas.
- Preparación de las superficies a unir.
- Preparación-aplicación del adhesivo.
- Endurecimiento del adhesivo.

10.6.1. Elección del adhesivo

En el mercado existen multitud de adhesivos, con propiedades y características distintas entre sí, no existiendo un adhesivo que pudiera considerarse de uso universal para cualquier aplicación, aunque los más utilizados son los poliuretanos y las resinas epoxi. Como norma, lo primero que ha de tenerse en cuenta a la hora de realizar una unión pegada, es la correcta elección del adhesivo, debiéndose sopesar aspectos tales como:

- Densidad.
- Viscosidad.
- Variación de volumen.
- Tipos de sustratos a unir.
- Acabado superficial de las partes a unir.
- Temperaturas máximas y mínimas a las que trabajará la unión, sobre todo cuando vayan a unirse materiales de distinta naturaleza, con coeficientes de dilatación diferentes.
- Rigidez de la unión y de los elementos a unir, debiendo amoldarse la rigidez del adhesivo a la del sustrato.
- Condiciones de uso de la unión adhesiva. Cada adhesivo presenta unas características mecánicas que lo hacen adecuado frente a determinados esfuerzos e inadecuado para otros. Los sustratos intervienen también en la transmisión de los esfuerzos, tanto por sus características mecánicas, como por el diseño concreto del que entran a formar parte.
- Velocidad de formación de piel, en el caso de adhesivos elásticos.
- Caducidad.
- Tiempo de manipulación. Es el tiempo transcurrido desde la dosificación y el montaje de la pieza hasta que es posible su manipulación, independientemente de que el proceso de curado continúe en la junta adhesiva.
- Tiempo de curado. Es el tiempo transcurrido desde la dosificación y el montaje de la pieza hasta que se logra la resistencia definitiva.

En cualquier caso, para una correcta elección deberán seguirse, asimismo, las especificaciones marcadas por el propio fabricante del producto consultando su ficha técnica y la ficha de seguridad que tienen todos los productos y que suelen estar disponibles a través de su página web.

10.6.2. Diseño de las uniones adhesivas

Para diseñar una junta se debe especificar su geometría y su acabado superficial. Los factores a tener en cuenta a la hora del diseño de la junta son: la anchura, la longitud de adhesión, las dimensiones de las partes, la holgura de la línea de adhesión y las solicitaciones a que va a estar sometida la unión. Es necesario establecer el rendimiento que se espera de la adhesión. Para ello (Figura 10.41), es importante conocer los requerimientos a nivel de: resistencia a la cizalladura, resistencia al impacto, resistencia a la vibración, resistencia al pelado, etc. La resistencia a la cizalladura aumenta de forma proporcional con la anchura de la unión y de forma no proporcional con su longitud.

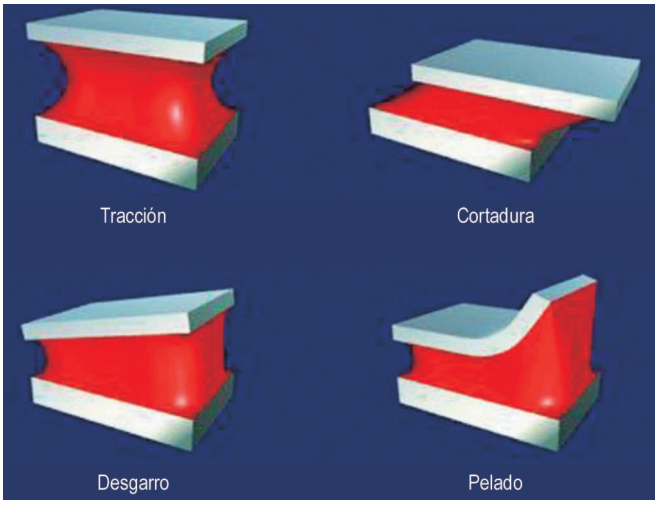


Figura 10.41. **Distintos requerimientos de las uniones adhesivas.**

© Ediciones Paraninfo

Condiciones generales sobre el diseño de juntas adhesivas

Para el diseño de juntas adhesivas se deben tener en cuenta las siguientes medidas:

1. Utilizar siempre la mayor área posible.
2. Alinear correctamente las uniones, de modo que las tensiones puedan ser absorbidas en la dirección de mayor fortaleza de la unión.
3. Diseñar los sub-ensamblajes de modo que solo se precise una operación de adhesión para el ensamblaje de todo el conjunto.
4. Evitar partes con curvaturas complejas.
5. La unión adhesiva no se debe calcular ni más resistente ni más débil que las piezas a ensamblar.
6. Prever formas que garanticen que la unión adhesiva solo se someta a tensiones mecánicas de cortadura y/o compresión.

Formas usuales de montaje

Los diferentes sistemas de montaje de piezas mediante adhesivos son los siguientes (Figura 10.42):

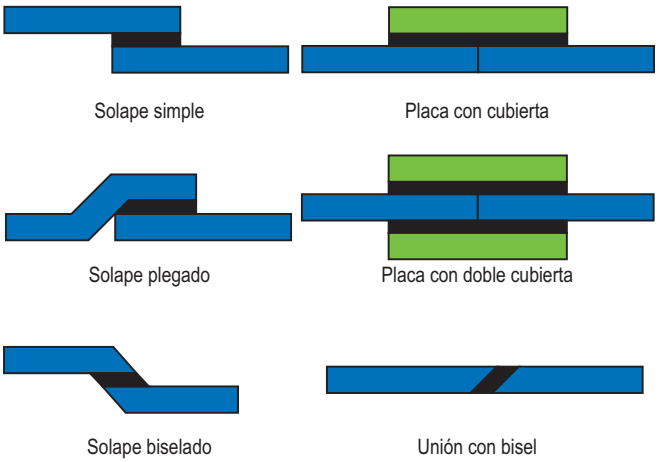


Figura 10.42. Distintos tipos de diseños de uniones adhesivas.

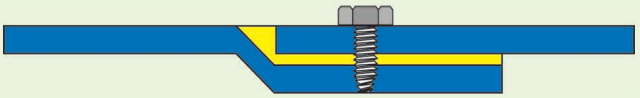
- **Solape simple.** Resulta un sistema de montaje simple y económico. El riesgo de pelado es alto debido a las fuerzas de flexión y a la distribución irregular de tensiones. Es conveniente situar eventualmente refuerzos en las proximidades de las aristas.
- **Solape plegado.** Es similar al anterior, aunque el plegado permite hacer una unión plana. Debido a que las superficies de contacto son mayores, aumenta la resistencia mecánica de las piezas a unir. Como consecuencia, el riesgo de pelado es inferior, por lo que representa el sistema más utilizado para la unión de chapas de carrocerías (de poco espesor).
- **Solape biselado.** Es también muy similar al primer caso, aunque la inclinación produce una distribución más homogénea de las tensiones.
- **Placa con cubierta.** Permite la posibilidad de ensamblar las superficies a tope, consiguiendo con facilidad una cara plana. Sin embargo, no siempre se puede evitar que el ensamblaje se curve. Este sistema es el más utilizado para la unión de piezas de material plástico, ya que en estos casos no es posible realizar el solape (escalón) en una de las dos piezas.
- **Placa con doble cubierta.** Resulta un método de ensamblaje seguro y simétrico.
- **Unión en bisel.** Con este método se obtienen buenas uniones con ligeros esfuerzos de flexión. Es de ejecución complicada, puesto que un recubrimiento satisfactorio solo se puede conseguir mediante un biselado preciso de los ángulos agudos.

Uniones combinadas

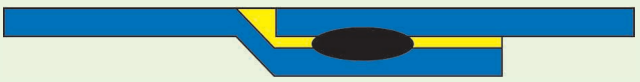
En muchas ocasiones, las uniones adhesivas se complementan con otros tipos de unión para garantizar algunas características específicas en el ensamblaje.

Las más habituales suelen ser:

1. **Unión pegada y atornillada.** En este tipo de unión de solape plegado, una de las chapas incorpora una serie de espárragos soldados que encajan en unos orificios practicados en la otra chapa. La unión una vez pegada se completa con unas tuercas roscadas sobre los espárragos.



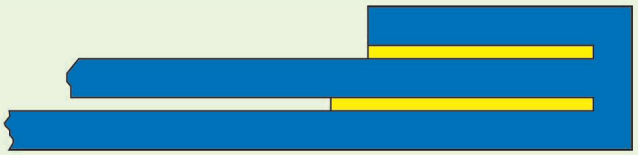
2. **Unión pegada y soldada.** Una vez pegadas las chapas, se les aplica una serie de puntos de soldadura por resistencia eléctrica.



3. **Unión pegada y remachada.** En este caso, se incorporan una serie de remaches sobre las chapas previamente taladradas.

© Ediciones Paraninfo

4 **Unión pegada y engatillada.** Como ya se vio en el apartado anterior, el engatillado consiste en plegar una de las chapas sobre el borde de la otra. El adhesivo proporciona mayor resistencia y estanqueidad a la unión.



10.6.3. Preparación de las superficies a unir

La preparación de la superficie es el paso más crítico en el proceso de la unión adhesiva. Si no se realiza una preparación satisfactoria de la superficie, la unión fallará de una forma imprevisible en la adhesión (interfase adherente-adhesivo). Para lograr una unión óptima suele ser necesario un tratamiento superficial correcto en función del material a unir:

Tratamientos superficiales de metales

El tratamiento superficial tiene como objetivos más importantes desarrollar la fuerza y durabilidad de las adhesiones y evitar la formación de capas de débil cohesión. Para ello, se eliminan los contaminantes superficiales y/o se modifica químicamente la superficie.

Los metales, desde el punto de vista de la adhesión, tienen una serie de características particulares:

- Alta energía superficial.
- Presentan capas de débil cohesión, debido a:
  - Recubrimientos superficiales.
  - Absorción de humedad y contaminación atmosférica.
  - Capas superficiales de óxido.
- La adhesión inicial tiende a disminuir con el tiempo, ya que progresivamente se van formando capas de óxido superficial. Por este motivo se precisan tratamientos superficiales que mejoren la durabilidad frente a la humedad, corrosión salina, etcétera.

La elección del tratamiento superficial más adecuado para un metal depende de:

- Su naturaleza.
- El estado inicial de la superficie del metal.
- El tipo de adhesivo.
- El entorno al que va a estar sometida la unión adhesiva.

Los tratamientos superficiales comúnmente empleados en metales son:

- La limpieza con disolvente.
- La abrasión mecánica.
- Los tratamientos químicos.
- Las imprimaciones (sustancias que se aplican entre el adhesivo y el sustrato).

Tratamientos para el acero

Los recubrimientos habituales de las chapas de acero de las carrocerías (fosfatados, galvanizados, etc.), dan lugar a capas de débil cohesión, por lo que suele ser recomendable realizar un pretratamiento; bien desengrasando y realizando una abrasión mecánica, o bien aplicando imprimaciones y realizando tratamientos químicos.

Tratamientos para titanio y sus aleaciones

Habitualmente, se tratan con un desengrasado seguido de una abrasión con un baño de alúmina. Para mejorar la vida útil de la unión adhesiva se suelen aplicar tratamientos químicos adicionales.

Tratamientos para el aluminio y sus aleaciones

El tratamiento habitual es el desengrasado y posterior abrasión mediante un chorro de arena. Este procedimiento proporciona peores resultados que en el caso del acero o del titanio, por lo que se suelen emplear tratamientos químicos como el ácido crómico para mejorar la durabilidad de la adhesión.

Limpieza

Las uniones adhesivas serán más fuertes cuanto más limpias se hallen las superficies, para ello es necesario eliminar películas superficiales no deseadas mediante desengrasado o abrasión mecánica.

Los elementos de limpieza pueden ser:

a) Papel celulosa de reposición frecuente. En ningún caso utilizar trapos, ya que lo que hacen es redistribuir la suciedad y no limpian. Siempre hay que frotar en la misma dirección, ya que si se hace en círculos o de forma aleatoria, lo único que se consigue es redistribuir la suciedad.

b) Si se utiliza disolvente, este debe ser puro sin silicona, aceite u otros agentes contaminantes. No usar nunca disolventes grasos.

c) En caso de mucha responsabilidad, existen limpiadores apropiados a los que se les añade promotores de adhesión o activadores (Figura 10.43).

© Ediciones Paraninfo

Figura 10.43. Limpiador.

Técnica operativa para la preparación de superficies

Para la preparación de superficies se debe seguir el siguiente método:

1. Realizar una limpieza general de la zona a fin de eliminar todo tipo de pinturas, barnices, selladores, óxidos y suciedad que pudieran dificultar la adherencia del producto. Los revestimientos de óxido precisan de tratamientos enérgicos de tipo mecánico como el granallado, el pulido o el cepillado con cepillos de alambre.
2. Eliminar todo resto de pinturas, imprimaciones o cataforesis, utilizando discos del tipo Clean & Strip.
3. A fin de obtener rugosidades adecuadas que garanticen una correcta adherencia de los productos adhesivos, es aconsejable lijar las superficies con discos abrasivos de grano P-50.

El granallado es aconsejable para grandes superficies. Siempre que no se empleen partículas muy gruesas, da lugar a buenas rugosidades superficiales.

Por último, hay que realizar una limpieza y desengrasado final de la superficie para eliminar las partículas procedentes del lijado, restos de grasa, aceite y suciedad de la zona. Para ello, pueden emplearse disolventes como acetona, tricloroetileno, etc. No obstante, los fabricantes de adhesivos suelen disponer de una gama de productos de limpieza (incluidos en los kits de reparación) para distintos sustratos, compatibles con sus adhesivos, siendo preferible su empleo de acuerdo a sus directrices, pues además de limpiar suelen servir para activar superficies.

Para asegurar una unión buena y duradera, es conveniente, en muchos casos, utilizar una imprimación (Figura 10.44) que puede cumplir varias funciones:

- Mejorar la adhesión.
- Proteger la unión de los rayos ultravioleta.
- Sellar superficies excesivamente porosas.
- Formar una barrera química de inhibición sobre las superficies.

Cada fabricante recomienda la imprimación adecuada en cada caso para los diferentes materiales a unir. De todas formas, en caso de duda es siempre aconsejable realizar ensayos previos.

Figura 10.44. Imprimación.

10.6.4. Preparación-aplicación del adhesivo

Los adhesivos bicomponentes han de mezclarse cuidadosamente y en las proporciones especificadas por el fabricante para obtener una mezcla homogénea. Muchos productos se presentan envasados en cartuchos dobles de distintas capacidades, en unas proporciones de:

- 1/1 (1 parte de adhesivo y 1 de endurecedor) para los poliuretanos.
- 2/1 (2 partes de resina y 1 de endurecedor) para las resinas epoxi.

Estas proporciones no son universales, de hecho, los epoxis también suelen presentarse 1/1, y los poliuretanos 5/1 (adhesivo/endurecedor).

La operación de mezcla puede realizarse:

1. Automáticamente, a través de unos aplicadores de bicomponente (Figura 10.45) que tienen unas cánulas o boquillas. Dichas cánulas llevan en su interior una espiral, que al ser recorrida por los productos durante la aplicación, los va mezclando

© Ediciones Paraninfo

debido a los constantes cambios de dirección que sufre la mezcla en la citada espiral (Figura 10.46).

Figura 10.45. Aplicador bicomponente.

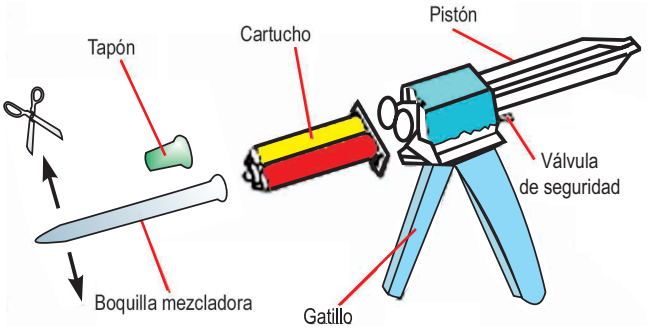


Figura 10.46. Componentes de un aplicador bicomponente.

2. Manualmente, sobre espátulas o en recipientes, dependiendo de la viscosidad de los productos. Su aplicación se realizará, en función del método de mezcla, directamente mediante brochas o espátulas (metálicas o plásticas, dependiendo del producto a aplicar) (Figura 10.47).

Figura 10.47. Espátulas.

Los adhesivos monocomponentes, al presentarse en un solo cartucho, utilizan unas pistolas aplicadoras de extrusión diferentes a las anteriores; bien de accionamiento mecánico o neumático (Figuras 10.48 y 10.49).

Figura 10.48. Aplicador monocomponente manual.

Figura 10.49. Aplicador monocomponente neumático.

© Ediciones Paraninfo

Como ejemplo de proceso, a continuación se describe de manera gráfica, un proceso secuencial de la unión de dos piezas de la carrocería, mediante la aplicación de adhesivos estructurales y la realización de puntos de resistencia.

PROCESO DE UNIÓN DE DOS PIEZAS DE CARROCERÍA

- Material necesario:
  - Adhesivo y sus boquillas estáticas.
  - Limpiador FL.
  - Pincel.
  - Espátula dentada o de madera lisa.
  - Pistola de aplicación (manual, neumática y aplicador con batería).
  - Papel o trapo de limpieza.

- En este ejemplo, es necesario calentar los cartuchos hasta 70 °C por medio de la estufa de adhesivos.

- Preparar las piezas a unir en función del método a utilizar (solape simple, con cubierta, etc.).
- Las superficies a adherir han de estar limpias, secas y exentas de polvo. Para ello, limpiar concienzudamente con un limpiador.

- Si las piezas están desnudas y sin protección, no es necesario el lijado de las piezas, pero sí muy recomendable. Para este caso se puede usar lija P-80 o Scotch-Brite.

- Volver a limpiar concienzudamente el área lijada con limpiador.

  Dejar secar durante 10-15 minutos. (Es imprescindible que las piezas estén completamente secas.)

© Ediciones Paraninfo

- Desenroscar el anillo de cierre y retirar el tapón de sellado de las cámaras de los dos componentes.

- Antes de acoplar la boquilla estática de mezcla, extraer una pequeña cantidad de ambos componentes hasta que ambos salgan de forma simultánea.

  Esto es necesario para que la relación A:B sea la correcta.

  Colocar la boquilla estática de mezcla en la boca de las dos cámaras, y sujetarla por medio del anillo roscado de fijación.

  Introducir el cartucho en la pistola de aplicación.

- El producto aplicado correctamente tiene un color uniforme, en este caso es de color gris.

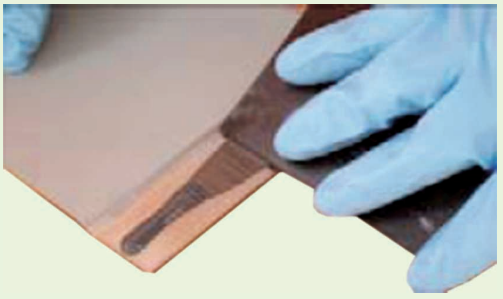
  Extender con una espátula el material mezclado sobre las superficies a unir.

  El grosor de la línea de unir puede ser diferente.

  Para conseguir una resistencia final mayor, la capa de adhesivo será lo más fina posible.

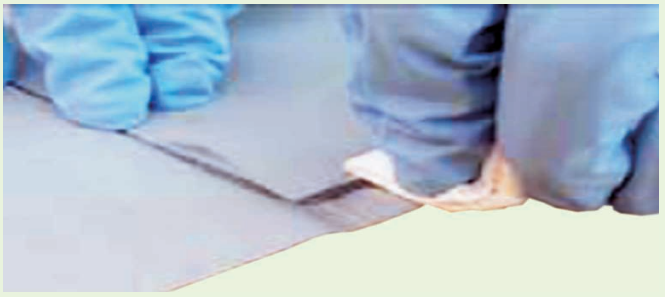
- Usar espaciadores de acero o aluminio para obtener el grosor de capa óptimo (0,1-0,2 mm en la zona de unión). Realizar esta operación en el tiempo indicado en el producto.

  Es necesario cambiar la boquilla estática si el producto no ha sido dosificado durante ese tiempo.



- Montar las piezas dentro del tiempo de aplicación dispuesto para este adhesivo.

  Retirar los excesos del adhesivo de forma inmediata por medio de una espátula o un trapo impregnado en limpiador.



© Ediciones Paraninfo

Aspectos a tener en cuenta en la aplicación

En la aplicación de archivo se debe tener en cuenta lo siguiente:

a) **Capa o espesor.** Independientemente del sistema de aplicación, una cuestión a tener muy presente es el espesor de la capa de adhesivo, no siendo la resistencia de la unión proporcional al mismo, como en un principio pudiera parecer.

El adhesivo debe aplicarse en cantidad suficiente para cubrir las irregularidades superficiales y su posible disminución de volumen. Los mejores resultados se obtienen con espesores delgados, pues las tensiones internas serán menores y el esfuerzo que habrá que aplicar para su deformación mayor. En caso necesario se pueden colocar separadores o cinta adhesiva de dos caras (Figura 10.50).

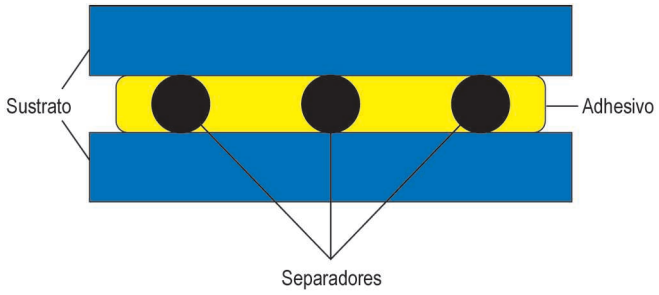


Figura 10.50. Separadores entre uniones.

En las uniones a solape con escalón, su propia geometría marcará el espesor idóneo de adhesivo. En general, el espesor debe ser el mismo que la dilatación máxima alcanzada por las piezas a unir, o similar al espesor de las mismas. Como referencia, las resinas epoxi necesitan un espesor mínimo de, aproximadamente, 0,3 mm y los poliuretanos de 2 a 5 mm, dependiendo de la rugosidad superficial.

Es aconsejable desechar la primera salida de producto para garantizar la aplicación de una mezcla homogénea.

b) **Perfil del cordón** (Figura 10.51):

- Triangular isósceles para el pegado.
- Media caña para el sellado.

c) **Humedad ambiental.** Debe llegar a la junta confluidez. Es necesario no limitar el contacto con el adhesivo cerrando posibles vías de entrada.

d) **Montaje.** Realizarlo antes de que se produzca la formación de piel, ya que esta limitará considerablemente la resistencia de la unión.

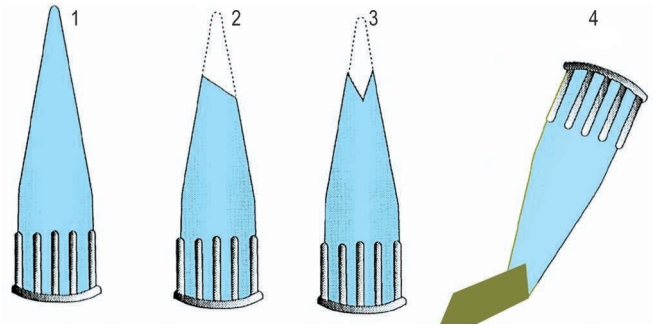


Figura 10.51. Boquillas.

10.6.5. Sujeción de las uniones

El comportamiento del adhesivo depende del tipo de solicitación a que este se encuentre sometido, siendo como norma general preferible el diseño de juntas que haga trabajar al adhesivo a cizalladura.

El tipo de unión a emplear en chapas metálicas para dar como resultado una geometría lineal, como en el caso de sustituciones parciales, es la unión a solape con escalón. Para realizar dicho escalón, se empleará una solapadora manual o neumática. Mediante un proceso similar al utilizado para la soldadura por puntos de resistencia.

Una vez colocada la pieza en su posición correcta, habrá que asegurar un contacto íntimo a lo largo de toda la junta durante unas dos horas o hasta que el adhesivo haya curado. Para ello, se recurrirá a distintos métodos, en función de la accesibilidad de la junta, como:

- Mordazas autoblocantes en zonas como pestañas y bordes de piezas. Se colocarán varias en función de la longitud de la junta mediando entre ellas una distancia aproximada de 10 cm.
- Presillas: consiste en soldar unas arandelas sobre la carrocería próximas a la junta, e introducir a través de ellas unas presillas con una geometría en pendiente, de modo que su pie quede apoyado en la junta ejerciendo la presión necesaria (Figura 10.52).

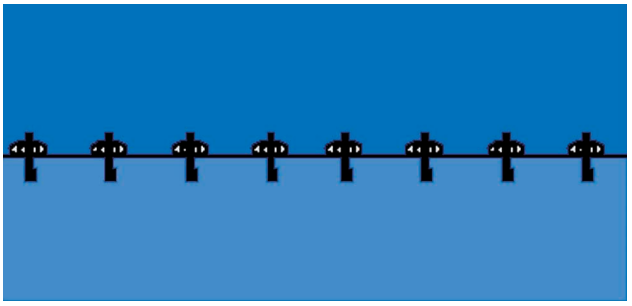


Figura 10.52. Sujeción por presillas.

© Ediciones Paraninfo

- Arandelas cortadas por la mitad y soldadas en forma de puente a lo largo de la junta.
- Dispositivos especiales dotados de ventosas para su fijación, bien sean adhesivas o electromagnéticas.

En el caso de paneles de poliéster también suelen emplearse tornillos roscachapa.

10.6.6. Endurecimiento del adhesivo

Los tiempos de endurecimiento y secado varían de un adhesivo a otro, normalmente, a temperatura ambiente, a partir de cinco horas ya se tiene una buena resistencia de la junta, aunque el curado total del adhesivo no se producirá hasta las 24 horas aproximadamente, aunque en cualquier caso, siempre se debe respetar el tiempo recomendado por los fabricantes.

En los adhesivos bicomponentes dicho tiempo depende de la proporción de catalizador. El tiempo puede reducirse aumentando la proporción de catalizador cuando la mezcla se realice manualmente.

Otro factor muy importante es la temperatura, ya que el tiempo de secado es inversamente proporcional a la misma. Elevando la temperatura a unos 60 °C se acelera el proceso de endurecimiento de las resinas epoxi. Para ello pueden emplearse cabinas de pintado o equipos de infrarrojos, extremándose las precauciones en el caso de los poliuretanos, pues un calentamiento superior a 40 °C puede dar lugar a: degradaciones del adhesivo, distorsiones de la junta y descolgados de material en aplicaciones sobre soportes verticales, por lo que en estos casos es recomendable el secado a temperatura ambiente, con un grado adecuado de humedad del aire.

Una vez curado el adhesivo, se realizará el acabado final eliminándose los restos de material sobrante.

10.7. Normas de seguridad e higiene

Las resinas epoxi pueden incluir componentes potencialmente peligrosos para la salud, por lo que es recomendable, en cada caso, disponer de las oportunas instrucciones de manipulación de estos productos.

Los poliuretanos contienen restos de isocionatos tóxicos, aunque las concentraciones de vapor a que dan lugar nunca superan los límites establecidos como peligrosos.

De carácter general, se deben observar las siguientes medidas de precaución:

- Muchos de los agentes de curado causan irritación en la piel, ojos y vías respiratorias. Durante su manipulación deben emplearse guantes protectores, gafas y mascarillas apropiadas.
- Realizar las aplicaciones en locales bien ventilados.
- No efectuar estas operaciones cerca de llamas o cuerpos incandescentes.
- No fumar durante la realización de estas reparaciones.
- Almacenar los productos en lugares bien ventilados y alejados de fuentes de calor.
- En caso de contacto con los ojos, deberá lavarse inmediatamente con agua abundante y acudir a un médico.
- En caso de contacto con la piel, deberá lavarse inmediatamente con agua abundante y jabón la zona afectada.

Para tener un conocimiento completo de las características de los adhesivos se pueden consultar en:

- Ficha técnica.
- Ficha de seguridad.

La ficha técnica de un producto facilita las características del producto, su utilización y dónde utilizarlo.

La ficha de seguridad de un producto facilita toda la información relacionada con la seguridad e higiene en la utilización del producto y cómo proceder en caso de accidente.

10.8. Uniones pegadas y remachadas

En determinadas zonas de la carrocería, las uniones realizadas con adhesivos están reforzadas con remaches, incluso determinadas uniones que se realizaban con soldadura se pueden desarrollar ahora con adhesivos y remaches.

Los distintos tipos de remaches y su proceso de utilización se desarrollan en el libro *Elementos amovibles*. En este apartado vamos a desarrollar varios ejemplos de la combinación de ambos sistemas.

Comenzaremos incluyendo una nueva herramienta para realizar este proceso, sobre todo en las zonas de la carrocería construida con materiales más duros. Se trata de una taladradora neumática que facilita la labor al operario tanto en su precisión como en el esfuerzo que tiene que desarrollar (Figura 10.53).

La taladradora está compuesta por un portabroca, unos imanes de sujeción que le permite —en las carroce-

© Ediciones Paraninfo

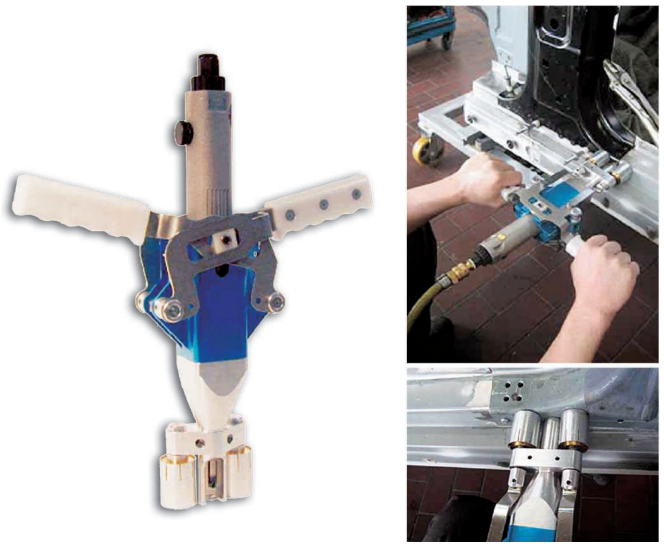


Figura 10.53. **Taladradora neumática.**

rías de aceros— sujetar el cabezal para realizar un taladro preciso y un sistema de palanca que multiplica el esfuerzo desarrollado por el operario.

Las marcas de los taladros se pueden realizar a través de plantillas que ya tiene diseñadas el fabricante del vehículo para un mejor reparto del esfuerzo en la unión. Estas plantillas tienen marcados los orificios que hay que hacer y una línea central para posicionar correctamente la plantilla partiendo de la zona de unión (Figura 10.54).

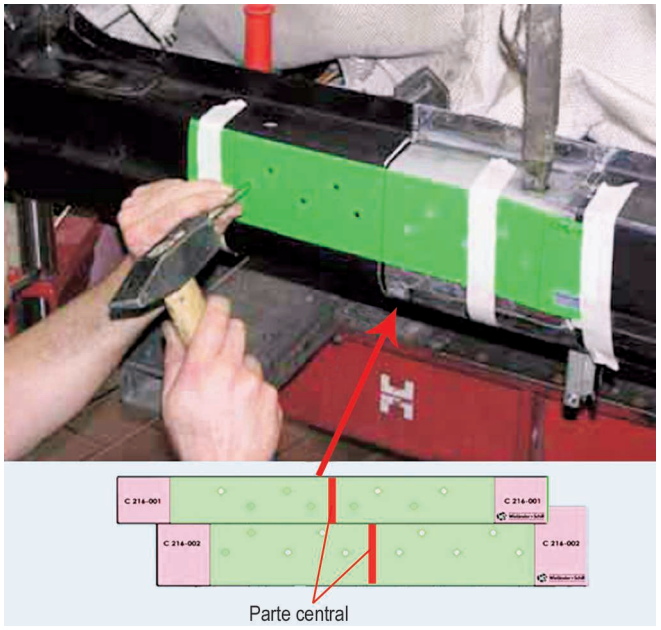


Figura 10.54. **Plantillas para taladrado.**

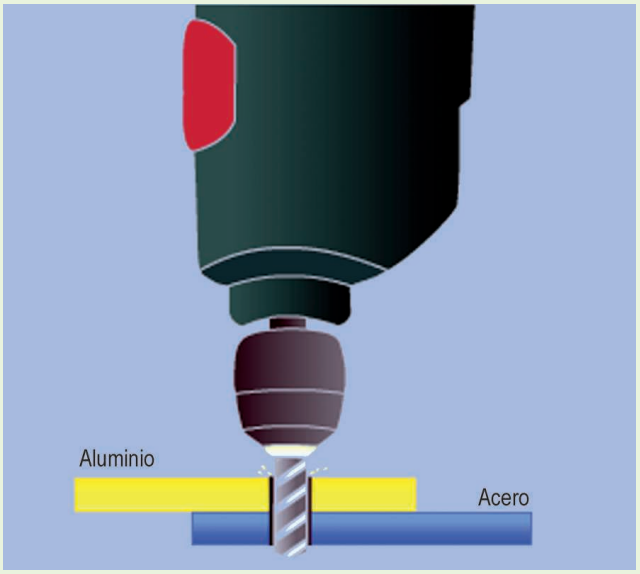
Las uniones pegadas y remachadas aumentan considerablemente su resistencia y el adhesivo hace de aislante entre las piezas, por lo que se pueden unir piezas de distinto material (Figura 10.55).

Figura 10.55. **Unión remachada y pegada.**

A continuación se desarrolla un proceso básico de unión por remachado con adhesivo de dos piezas de distintos materiales, uno de aluminio y otro de acero.

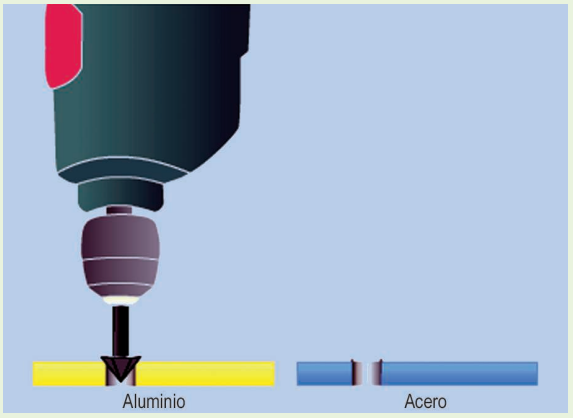
PROCESO BÁSICO DE UNIÓN POR REMACHADO CON ADHESIVO DE DOS PIEZAS DE DISTINTOS MATERIALES

1 Solapar y posicionar correctamente las chapas a unir para que el taladrado salga bien alineado.



© Ediciones Paraninfo

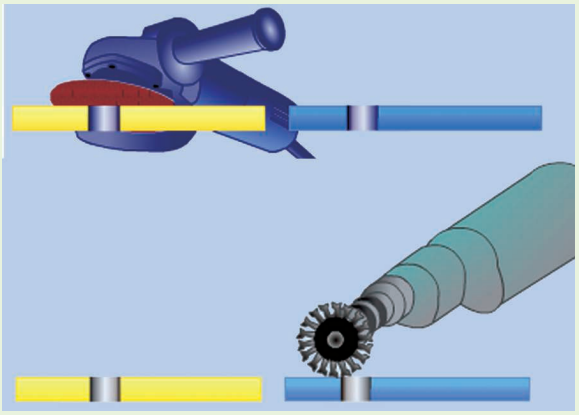
2 Desbarbar los orificios y limpiar los restos metálicos que se desprendan.



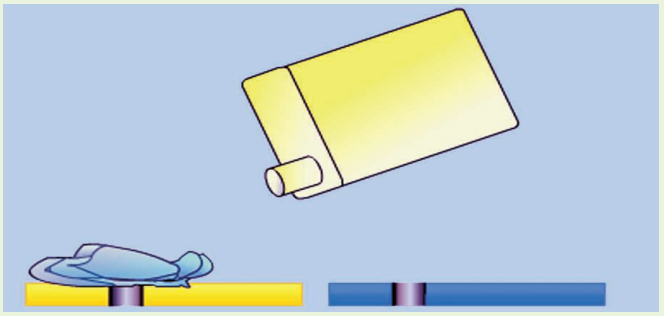
3 Esmerilar las partes a unir para que las superficies queden brillantes y se obtenga una buena adherencia del adhesivo.

Para el aluminio se utiliza papel de lija de silicato o un cepillo de alambre de cromo-níquel.

Para el acero se utiliza un cepillo de acero inoxidable o lija. Tanto el cepillo como la lija tienen que ser distintos a los utilizados en la chapa de aluminio para no provocar contaminación.



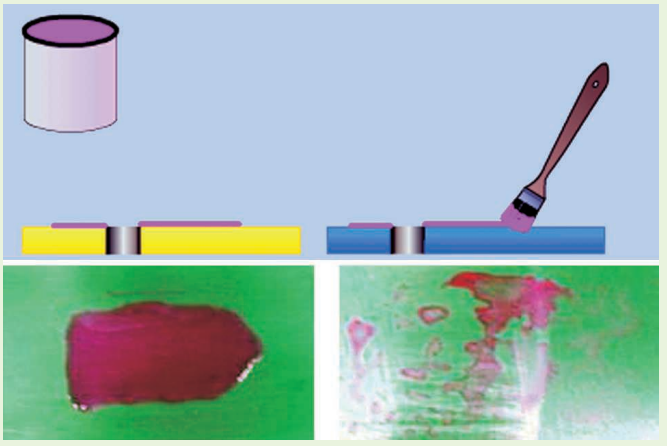
4 Limpiar las dos partes muy bien con disolvente.



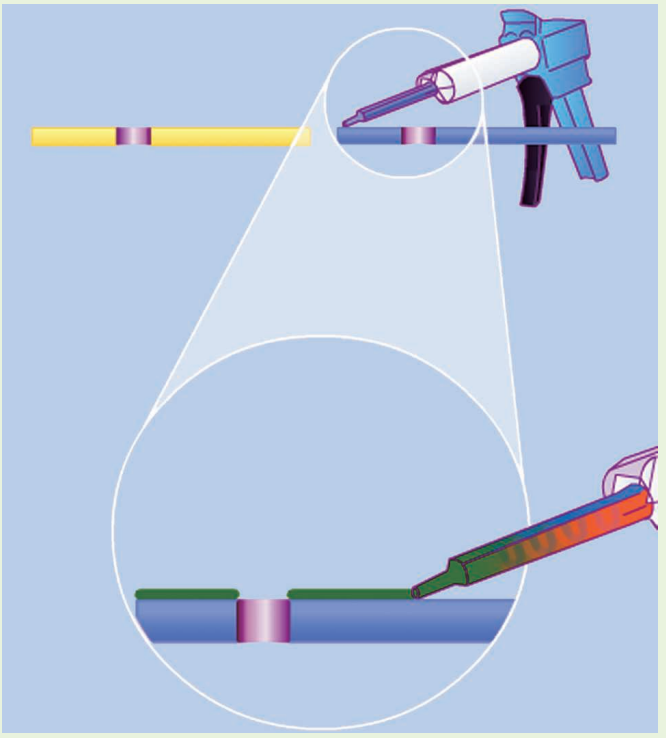
5 Verificar la limpieza del material utilizando un indicador de limpieza.

Si el indicador se extiende correctamente, las piezas están limpias, en caso contrario hay que proceder a realizar una nueva limpieza de forma escrupulosa.

Si la limpieza es correcta, eliminar el indicador con disolvente.

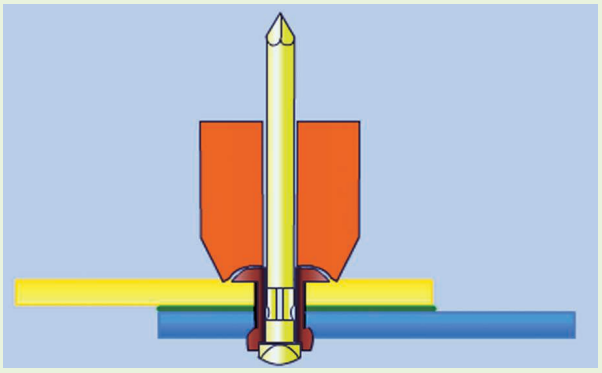


5 Aplicar el adhesivo de forma homogénea.

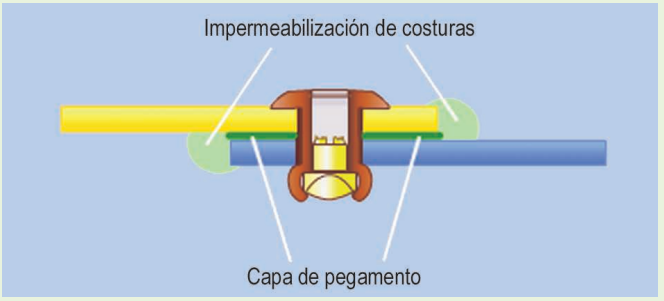


© Ediciones Paraninfo

6 Acoplar las partes a unir, introducir el remache y proceder al remachado.



9 Si es preciso, aplicar un sellador en los extremos para impermeabilizar la unión. Existen adhesivos que a la vez que unen hacen las veces de sellador, impermeabilizando la unión.



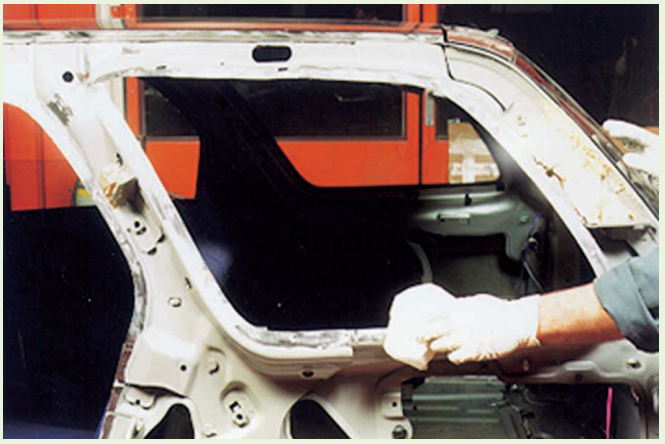
PROCESO DE SUJECIÓN DE UNA ALETA CON ADHESIVO

El proceso que se desarrolla en este ejemplo parte de que la aleta ya está desmontada y se va a proceder a su reposición utilizando adhesivo, excepto aquellas zonas de la aleta que requieren soldadura según el manual de reparación.

1 Dejar planas las zonas de anclaje eliminando los restos de pintura, corrosión y el pretratamiento de la aleta nueva.

2 Montar la aleta nueva y verificar que su acoplamiento y ajuste es correcto.

3 Limpiar con desengrasante toda la superficie donde se va aplicar el adhesivo.



© Ediciones Paraninfo

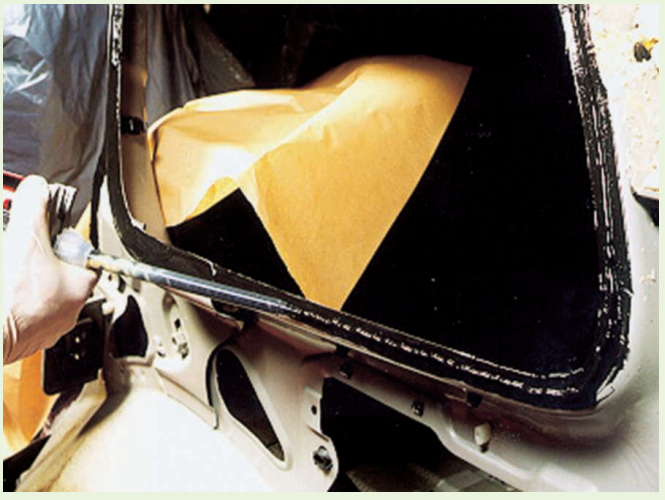
4 Situar el cartucho de adhesivo en la pistola aplicadora. Quitar el tapón y la lámina selladora del cartucho. Aplicar una pequeña cantidad de adhesivo sobre un cartón (simplemente para comprobar que los dos componentes salen perfectamente mezclados).

Cortar la boquilla hasta darle el tamaño de salida deseado.

Colocar la boquilla mezcladora en el cartucho. Aplicar el adhesivo sobre toda la superficie de unión de ambas piezas.

5 Extender el adhesivo de forma homogénea con unas espátulas.

6 Aplicar un cordón adicional en una de las partes.



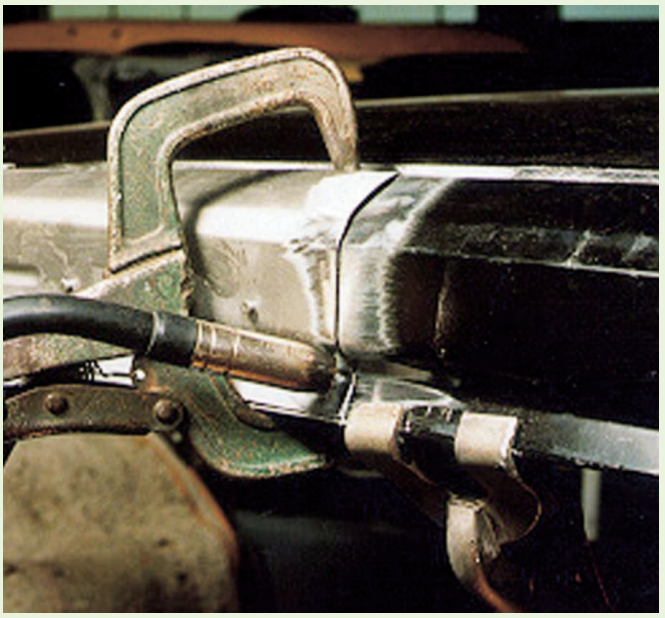
© Ediciones Paraninfo

7 Aplicar una protección de cinc en las zonas donde no se va a aplicar adhesivo (las zonas que se van a soldar).

8 Montar la aleta y sujetarla con mordazas de presión.

9 Retirar el adhesivo sobrante que sobresale de las uniones al sujetarlo con las mordazas.

10 Soldar las zonas que sea necesario según indicaciones del manual de reparación.



11 Las mordazas de sujeción deben mantenerse durante unas 4 horas si la temperatura es de 21 ºC (aumentando este tiempo si la temperatura es inferior). El tiempo de curado del adhesivo se acelera aplicando calor con lámparas de infrarrojos o pistolas de aire caliente (no sobrepasar los 120 ºC durante un tiempo nunca superior a 45 minutos).

12 Respetar siempre las normas de seguridad e higiene en todas las operaciones y echar a los contenedores apropiados el material desechable.

© Ediciones Paraninfo

PROCESO DE SUJECIÓN CON ADHESIVO DEL LATERAL DE UNA FURGONETA

El mismo proceso anterior se puede aplicar a cualquier elemento de la carrocería que se una con adhesivos, como por ejemplo el lateral de una furgoneta.

1 Preparar la superficie tanto de la carrocería como de la pieza nueva.

2 Limpiar, aplicar el cordón de adhesivo, extenderlo y volver a aplicar un nuevo cordón adicional.

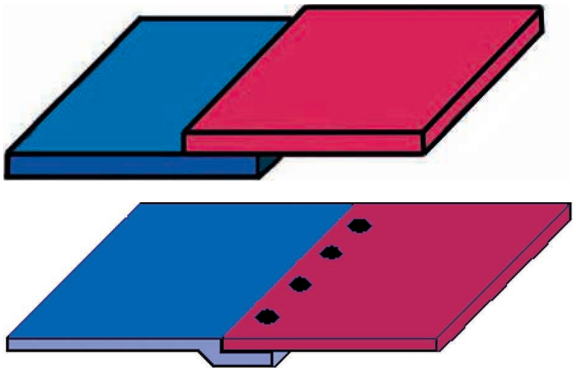
3 Acoplar la pieza nueva, sujetarla con las mordazas de presión y esperar el tiempo de curado.

© Ediciones Paraninfo

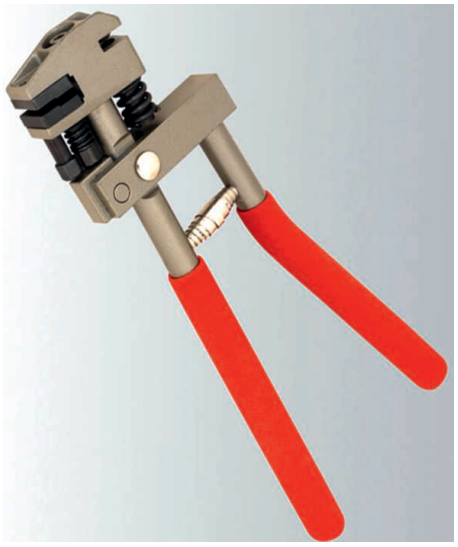
CUESTIONES

10.1. Escribe las uniones más frecuentes que te puedes encontrar en los elementos fijos.

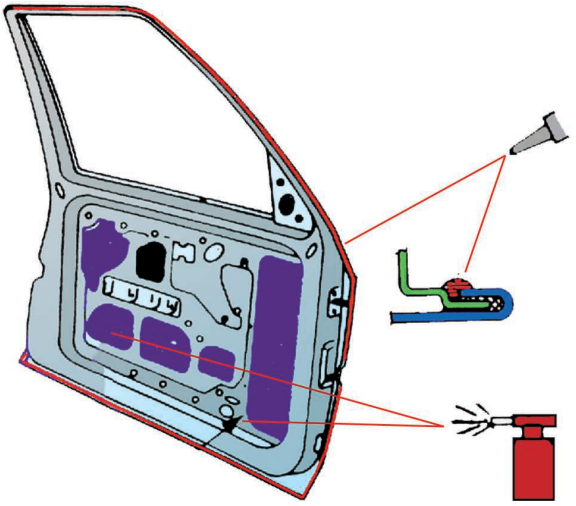
10.2. ¿Cómo se denominan estas uniones?



10.3. ¿Cómo se denominan estos útiles?

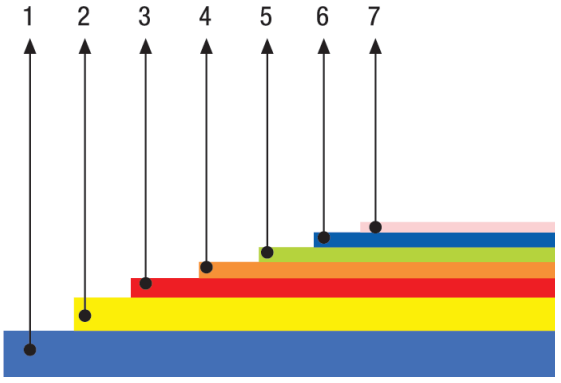


10.4. ¿Qué procesos se tienen que realizar según la siguiente figura?



10.5. Describe cinco pasos genéricos necesarios para realizar cualquier unión.

10.6. En la siguiente figura, el número 1 representa la chapa de una carrocería. Indica qué representan las distintas capas de protección:



10.7. Nombra tres productos electrosoldables.

10.8. Indica dos formas de aplicar los selladores de uniones.

10.9. Indica las ventajas de las uniones adhesivas respecto a otros métodos de ensamblaje de materiales.

10.10. En función del módulo de elasticidad, nombra tres tipos de adhesivos.

10.11. Anota las medidas de protección en la aplicación de selladores por pulverización.

10.12. Dibuja una unión a tope con refuerzo.

10.13. Enumera seis propiedades que deben tener los selladores.

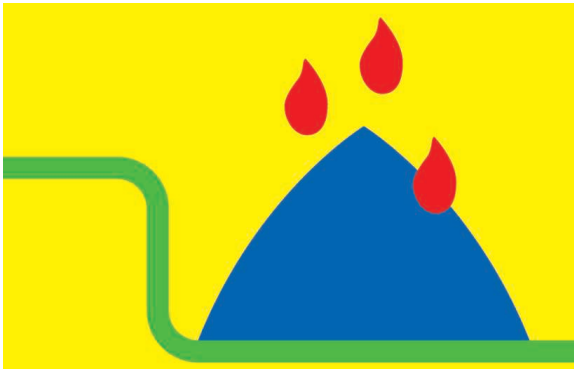
© Ediciones Paraninfo

ACTIVIDADES FINALES

Uniones fijas en la carrocería

10.14. Indica qué representa la figura que se muestra a continuación.

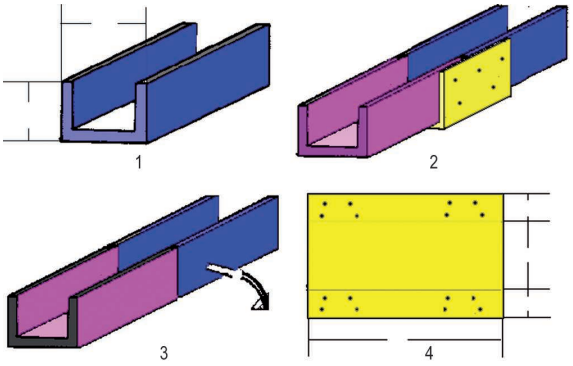
10.15. Indica qué representa la figura que se muestra a continuación.



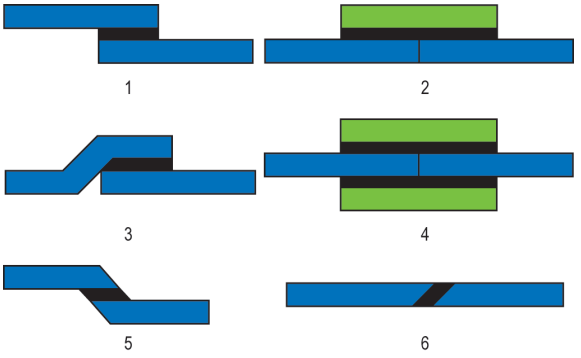
10.16. Indica cuáles son las principales características de la masilla electrosoldable.

ACTIVIDADES PROPUESTAS

10.1. Establece el orden correcto de las figuras para que el proceso del refuerzo con brida sea el correcto.



10.17. ¿Cómo se denominan estas uniones adhesivas?



10.18. Indica cuatro uniones que se puedan realizar en combinación con el adhesivo.

10.19. ¿Cómo se denominan estos útiles?

10.20. A la hora de preparar una unión compuesta por un elemento de acero y otro de aluminio, ¿con qué se deben esmerilar las superficies para prepararlas para la unión?

10.2. Localiza en internet distintos productos para realizar el sellado de una unión.

10.3. Localiza en internet distintos adhesivos estructurales.

10.4. Localiza en internet distintos selladores que endurezcan por absorción de la humedad.

10.5. Localiza la ficha técnica de un adhesivo bicomponente y anota los siguientes datos:

- Composición química.
- Manipulación y almacenamiento.

10.6. Localiza la ficha de datos de seguridad del producto anterior y extrae los mismos datos.

10.7. Localiza un producto que sea efectivo para realizar una unión combinada de plástico y metal.

10.8. Basándote en las características de reparación de una determinada marca. Localiza los elementos de la carrocería que se unen por adhesivos o adhesivos y remaches.

© Ediciones Paraninfo

Uniones soldadas

11

CONTENIDOS

11.1. Soldadura oxiacetilénica
11.2. Soldadura eléctrica con electrodo revestido (SMAW)
11.3. Soldadura por arco en protección gaseosa
11.4. Soldadura por arco en protección gaseosa TIG
11.5. Soldadura al arco plasma
11.6. Soldadura láser
11.7. Soldadura por arco sumergido
11.8. Soldadura por haz de electrones
11.9. Soldadura eléctrica por resistencia

OBJETIVOS

- Conocer y operar correctamente los distintos equipos de soldadura.
- Saber aplicar los medios de seguridad e higiene en estos equipos de soldadura.
- Realizar el mantenimiento de los equipos de soldadura.
- Reconocer las distintas incidencias que pueden presentarse en los equipos.
- Conocer otros tipos de soldadura.

Introducción

Se denominan uniones soldadas a las realizadas mediante el proceso de soldadura. Este proceso consiste en unir dos piezas empleando una fuente de calor hasta obtener su fusión, estableciéndose entonces la unión del metal fundido de las piezas y del material de aportación (si se ha utilizado).

Tradicionalmente el método de soldadura más utilizado en la reparación de carrocerías ha sido la oxiacetilénica, aunque en la actualidad está en desuso, debido a su lentitud de ejecución y a los cambios estructurales que se producen en los metales al someterlos a elevadas temperaturas, recomendándose su utilización solo para la soldadura de latón y en caso de que no se pudiera utilizar otra soldadura.

En la reparación de la carrocería, en muchas ocasiones no se pueden utilizar los mismos medios que los empleados en fabricación; en cualquier caso siempre se han de aplicar métodos que garanticen un buen ensamblaje, sin dañar las características estructurales de las piezas a unir. Los fabricantes de carrocerías recomiendan siempre utilizar la soldadura por resistencia eléctrica con pinzas y la soldadura de atmósfera controlada MIG/MAG, o TIG, y para determinados trabajos, la soldadura heterogénea como elemento de acabado.

La elección del tipo de unión, y del sistema de soldadura a utilizar, dependerá de las especificaciones dadas por el fabricante.

Independientemente del método de soldadura que se utilice en la reparación, se habrá de tener especial cuidado en respetar todas las normas de prevención y seguridad e higiene; tanto para proteger al soldador, como para la protección del vehículo y las instalaciones del taller. Las reparaciones de la carrocería normalmente se realizan en distintos puestos de trabajo y a veces en posiciones incómodas, aumentando el riesgo de accidente. Por este motivo se han de emplear conjuntamente los procesos operativos específicos de cada reparación y los métodos de protección adecuados.

En general, los procesos de soldadura pueden clasificarse en:

- Heterogéneos.
- Homogéneos.

La soldadura heterogénea

Consiste en una soldadura que se realiza con piezas de distinta naturaleza. Su nombre proviene del griego «heteros», que significa otro, y de «genos», que significa origen o casta. Esta soldadura permite una unión rígida y permanente entre dos metales de la misma o de distinta naturaleza. En este caso, las piezas que se unen no se llegan a fundir, sino que se llevan hasta una temperatura a la que presentan una cierta afinidad con un metal de aportación, que funde a baja temperatura y se pega a las piezas.

Las soldaduras heterogéneas se clasifican en función de la temperatura a que se realizan, y se denominan:

- **Soldadura blanda:** se caracteriza por la utilización de un material de bajo punto de fusión (por debajo de los 400 °C), normalmente el estaño, cuya fusión se encuentra entre los 150 °C y 230 °C.
- **Soldadura fuerte:** es aquella en la que se emplea un material que proporciona una unión más fuerte que la anterior, pero sin llegar tampoco a la fusión de las piezas. En automoción se utiliza el latón, que funde entre los 600 °C y 900 °C y modernamente el sistema MIG BRAZING.

La soldadura homogénea

Es aquella que permite una unión rígida y permanente entre dos metales de la misma naturaleza, es decir, una soldadura es homogénea cuando las piezas que se unen y el metal de aportación son de la misma naturaleza. A este último grupo pertenecen la mayoría de los procedimientos más utilizados: oxiacetilénico, al arco, por resistencia, etcétera.

En el sector de automoción se utilizan diversos métodos de soldadura dependiendo de:

- Su función.
- El tipo de material.
- Su ubicación.

Básicamente se pueden clasificar en:

Soldadura oxigás:

Oxiacetilénica.

Soldadura eléctrica:

Por resistencia.

Por arco:

- Atmósfera controlada:
  - TIG.
  - MIG/MAG.
  - Láser.
  - Plasma.
  - Arco sumergido.
  - Haz de electrones.
  - Láser híbrido.
- Atmósfera ambiental:
  - Electrodo revestido.
  - SER.

© Ediciones Paraninfo

11.1. Soldadura oxiacetilénica

Es un procedimiento generalmente de soldadura autógena, es decir, que las piezas a unir y el metal de aportación (si se utiliza), son de la misma naturaleza (Figura 11.1). Puede ser frecuente oír el término «soldadura autógena» para referirse a este procedimiento, aunque ya se ha hecho referencia que no es el único sistema de esta categoría. Esta soldadura se realiza llevando hasta la temperatura de fusión los bordes de las piezas a unir, mediante el calor que produce la llama oxiacetilénica que se produce en la combustión de un gas combustible (el acetileno), mezclado con un gas comburente (el oxígeno). Ambos gases se mezclan y se dosifican en un soplete soldador, a cuya salida se inflaman para producir la llama oxiacetilénica que alcanza una temperatura de 3050 °C.

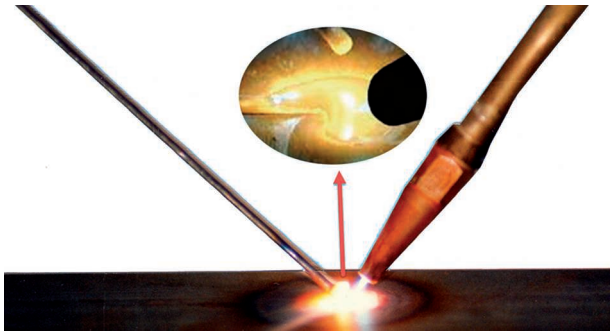


Figura 11.1. Soldadura oxiacetilénica.

Tanto el oxígeno como el acetileno se suministran en botellas de acero estirado, a una presión de 15 kg para el acetileno y de 200 kg para el oxígeno, aunque en la actualidad se comercializan equipos portátiles de menores dimensiones (Figura 11.2).

Figura 11.2. Equipo oxiacetilénico portátil de pequeñas dimensiones.

Con la soldadura oxiacetilénica se pueden soldar distintos materiales, como acero, cobre, latón, aluminio, magnesio, fundiciones y sus respectivas aleaciones. En ocasiones, en vez de utilizar el gas acetileno, se utilizan otros gases como el hidrógeno, propano, gas natural, butano (Figura 11.3), o cualquier otro gas combustible, aunque presenta el inconveniente de que se alcanzan menores temperaturas que con el acetileno.

Figura 11.3. Equipo oxiacetilénico de propano.

Un equipo portátil moderno de soldadura oxiacetilénica está compuesto por (Figura 11.4): botella de acetileno, botella de oxígeno, soplete soldador, mangueras y manorreductores.

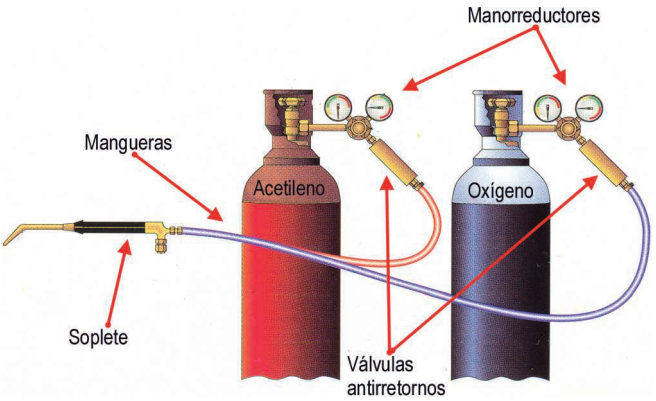


Figura 11.4. Equipo oxiacetilénico.

11.1.1. El acetileno

Es el gas combustible, las materias primas que se utilizan para su fabricación son el carburo de calcio y el agua.

El carburo de calcio es un cuerpo sólido que tiene el aspecto y la dureza de la piedra. Se fabrica combinando carbono (coque) y cal en un horno eléctrico que produce una temperatura de 3000 °C.

© Ediciones Paraninfo

El acetileno se obtiene por reacción del carburo con el agua, el gas que se desprende es el acetileno y tiene un olor particular, que proviene sobre todo de la presencia del hidrógeno fosforado. Es un gas incoloro, más ligero que el aire y altamente inflamable.

Los aparatos donde tiene lugar la reacción del carburo de calcio con el agua son los generadores de acetileno (gasógenos). Existen diferentes tipos de generadores de acetileno, pero los más utilizados para grandes producciones son los generadores en los que el carburo cae sobre el agua.

El acetileno es un gas muy inestable, propenso a descomposiciones, hasta el punto en que hallándose en estado líquido se le considera como explosivo y no debe ser comprimido a una presión superior de 1,5 bar. Para su embotellado se disuelve en acetona que es el disolvente que tiene más capacidad de absorción (disuelve 25 veces su volumen a la presión atmosférica). Las botellas de acetileno se cargan a 15 bar a una temperatura de 15 °C.

El acetileno producido de forma industrial es envasado en botellas de paredes gruesas, que se fabrican de acero estirado sin soldaduras. Para su identificación, la botella se pinta de color rojo (Figura 11.5). La parte superior (denominada ojiva) lleva estampada la indicación de «acetileno disuelto», y se pinta de color marrón.

Figura 11.5. **Ojiva de acetileno.**

Sobre la ojiva hay un grifo que hace las veces de válvula de seguridad. Interiormente la botella está llena de una materia porosa compuesta por carbón vegetal, *kieselguhr* y amianto, empapada con acetona. Los conductos capilares de la materia porosa obstaculizan la propagación de una onda explosiva que pueda resultar del retorno de una llama. Las botellas de tamaño normal contienen 4 metros cúbicos de acetileno y puede suministrar unos 1000 litros a la hora. El peso del metro cúbico del acetileno es de 1,100 gramos, por tanto, hay muy poca diferencia entre el peso de la botella llena y vacía.

Normas de seguridad en el empleo de botellas de acetileno

Algunas normas que es importante tener en cuenta en el uso de las botellas de acetileno son:

1. No vaciar nunca completamente la botella para no arrastrar la acetona.
2. Cuando una botella está vacía, dejar siempre el grifo cerrado.
3. No exponer nunca la botella a ningún foco de calor ni al sol. Con la misma carga, la botella puede pasar de 15 bar a la temperatura de 15 °C a 25 bar con 40 °C.
4. Utilizar las botellas lejos de cualquier materia inflamable.
5. No verificar las posibles fugas con ningún tipo de llama.

Recomendaciones generales de seguridad en el empleo de botellas de acetileno

En el uso de botellas de acetileno se deben seguir estas recomendaciones:

- **Riesgo de incendio.** Son gases extremadamente inflamables y arden con llamas prácticamente invisibles.
- **Medios de extinción.** Si es posible hay que cerrar el paso del gas. Usar los medios de extinción adecuados a los materiales que están ardiendo.
- **Actuación en caso de incendio.** Evacuar al personal del taller. Llamar a los bomberos. Apagar las llamas circundantes.
- **En caso de sospecha de que la llama está en el interior de la botella (retorno).** Enfriar la botella con agua pulverizada desde la máxima distancia posible durante al menos media hora. No mover la botella hasta que no esté completamente fría (observando la evaporación del agua sobre la botella).
- **Riesgo de asfixia.** Puede provocar la asfixia si desplaza al aire en una zona sin suficiente ventilación.
- **Incompatibilidades.** No usar para trabajar con los siguientes materiales: cobre, plata, mercurio y sus aleaciones, ácidos, halógenos y humedad.

11.1.2. El oxígeno

Es un gas incoloro, inodoro e insípido y es el gas comburente; es decir, el gas que contiene la sustancia oxidante que, al reaccionar con otras sustancias combustibles, provocan la combustión. El oxígeno es el comburente más empleado, tanto en estado puro como disuelto

© Ediciones Paraninfo

en el aire. Se extrae industrialmente del aire o del agua. Actualmente se extrae del aire atmosférico que lo contiene en un 21 %, mediante destilación fraccionada del aire líquido. El agua lo contiene en un 89 % y se extrae por electrólisis.

El oxígeno extraído se comprime en botellas de paredes gruesas que se fabrican de acero estirado sin soldaduras y son sometidas a pruebas hidráulicas con presión de 235 kg/cm^2, a la presión de carga es de 150 kg/cm^2 a la temperatura de 20 °C. Como un metro cúbico de oxígeno pesa 1,38 kg hay muy poca diferencia entre una botella vacía y una llena.

La ojiva se pinta de color blanco (Figura 11.6) con las letras OX en negro. Además, tiene indicado el nombre del fabricante, su dirección, año y número de fabricación, contenido en litros de agua y presión de la primera prueba. El cuerpo es de color negro.

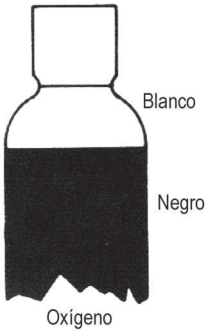


Figura 11.6. Ojiva de oxígeno.

Sobre la ojiva se encuentra el grifo, protegido en su transporte por un sombrerete de acero.

Normas de seguridad en el empleo de botellas de oxígeno

Las grasas y los cuerpos grasos se inflaman espontáneamente en presencia del oxígeno puro, por tanto, no hay que engrasar los grifos, ni emplear el oxígeno para insuflar las piezas que están grasientas o con gasoil.

Un aumento de temperatura origina un incremento de la presión, por tanto no se debe exponer las botellas a ninguna fuente de calor.

Recomendaciones de seguridad en el empleo de botellas de oxígeno

En el uso de botellas de oxígeno se debe tener en cuenta:

- **Riesgo de incendio.** Los gases comburentes no arden, pero ayudan a mantener la inflamación de las materias combustibles.
- **Actuación en caso de incendio.** Llamar a los bomberos. Cerrar el paso del gas y apagar las llamas circundantes. Mantener las botellas frías mediante la proyección de agua pulverizada.
- **Actuación en caso de fuga.** Cerrar el paso del gas, ventilar la zona y no producir puntos de ignición. Si el operario tiene la ropa saturada de oxígeno, debe quitársela y ventilar al menos durante 15 minutos.
- **Riesgo de sobreoxigenación.** Prever que no se acumule el oxígeno en atmósferas confinadas, manteniendo la zona de soldadura ventilada; ya que puede existir riesgo grave de incendio. No generar puntos de ignición, como pueden ser golpes, interruptores, motores, etcétera.
- **Mantener alejado el oxígeno de los combustibles.** Las sustancias combustibles y otras que normalmente no arden en el aire pueden hacerlo violentamente en presencia de un alto porcentaje de oxígeno. Mantener alejadas las materias orgánicas y otras sustancias inflamables, como aceite, grasa, queroseno, trapos o desperdicios que puedan tener grasa o aceite.
- **Mantener limpias las superficies en contacto con el oxígeno.** Utilizar limpiadores que no dejen restos orgánicos. No colocar los equipos de oxígeno sobre el asfalto u otras superficies que puedan tener restos de grasas. No lubrificar el equipo con aceite, grasa o cualquier otro producto no adecuado.

11.1.3. Los manorreductores

Son unos dispositivos que se instalan en los grifos de las botellas de oxígeno y acetileno (Figura 11.7).

Su objeto es suministrar gas a presión constante, sin depender de la progresiva variación que existe en el interior de la botella a medida que esta se va vaciando.

Está compuesto por dos manómetros, uno de alta presión, donde se puede leer la presión que queda en la botella y otro de baja presión, donde se observa la presión de utilización.

La regulación de la presión se efectúa por la apertura y el cierre de una aguja obturadora. El automatismo de apertura y cierre está asegurado por una membrana flexible y dos muelles. A través de un tornillo de expansión el operario puede regular la presión de trabajo.

Su funcionamiento es el siguiente:

Cuando la botella está cerrada, no existe ninguna presión en el manorreductor; el tornillo de expansión se encuentra cerrado.

© Ediciones Paraninfo

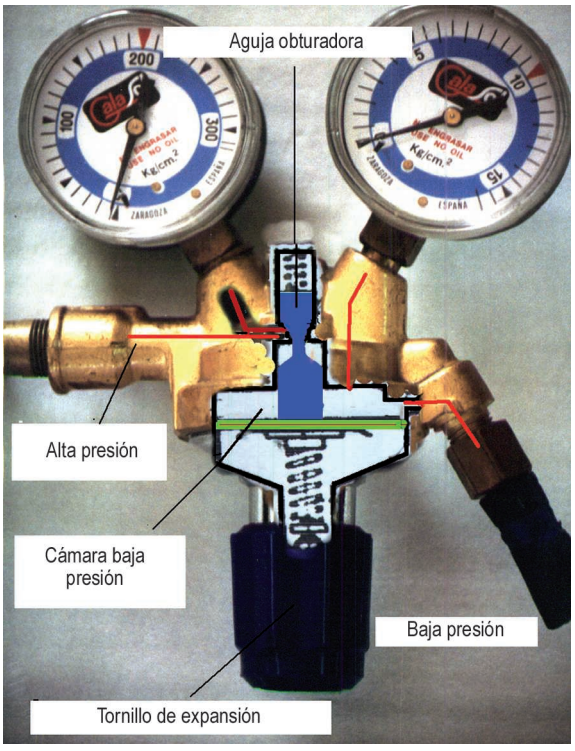


Figura 11.7. **Manorreductor**

Al abrir la botella, el gas llega hasta la aguja obturadora, que se mantiene sobre su asiento por la acción del muelle que tiene en la parte superior, y el gas no pasa.

Cuando se rosca el tornillo de expansión, presiona el muelle inferior, y este al comprimirse transmite la presión a la membrana, que a su vez lo transmite al empujador, el cual hace desplazar a la aguja obturadora y el muelle superior, dejando pasar el gas.

En ese momento la cámara de baja presión se llena de gas, ejerciendo presión contra las paredes sólidas, y contra la membrana que se desplaza para aumentar el volumen de esta cámara, comprimiendo el muelle de expansión.

Producto de esta compresión, el muelle superior vuelve a empujar la aguja obturadora en su asiento, y el gas deja de pasar.

Al salir el gas por el soplete, la presión desciende en la cámara de baja presión, el muelle de expansión vuelve a empujar la membrana, el empujador y la aguja, repitiéndose continuamente el ciclo de regulación.

Existen unos manorreductores de doble cámara o de doble expansión, que consiguen un caudal más uniforme, evitando cualquier tipo de fluctuaciones durante la operación de soldeo.

Para la instalación de los manorreductores hay que proceder de la siguiente forma:

1. Antes de instalar los manorreductores en las botellas, conviene abrir un poco el grifo para expulsar la posible suciedad que exista en el orificio de salida, con esta operación se evita que los manorreductores se bloqueen, o que su funcionamiento sea incorrecto.
2. Para su instalación utilizar siempre la llave adecuada, sin forzar las roscas.
3. Conectar las mangueras a los manorreductores respetando siempre su color (azul o negra para el oxígeno, roja para el acetileno).
4. Abrir los grifos de las botellas y girar un poco los tornillos de expansión del acetileno y del oxígeno, dejando salir los gases para limpiar las mangueras de cualquier suciedad que puedan tener en su interior.
5. Cerrar de nuevo el paso de los gases y conectar las mangueras a la entrada del soplete respetando su posición. Oxígeno marcada con las letras OX lado derecho (rosca a derecha); acetileno marcada con las letras AC lado izquierdo (rosca a izquierda).
6. Terminada la operación de montaje, regular los manorreductores y comprobar que no existen fugas, utilizando para ello aguas jabonosas en todos los puntos de unión.

11.1.4. Los sopletes

Son dispositivos destinados a mezclar los gases (oxígeno/acetileno) para lograr su perfecta combustión (Figura 11.8). El soplete tiene en la parte central el dispositivo mezclador de los gases, dentro del cual y por medio de unas llaves, se regula la cantidad de uno y otro gas que se necesita para formar la mezcla de salida en una zona denominada «zona de mezcla», que forman al mismo tiempo el mango por donde se toma el soplete. Dicha mezcla fluye hasta la boquilla de salida a través de un tubo acodado denominado «lanza».

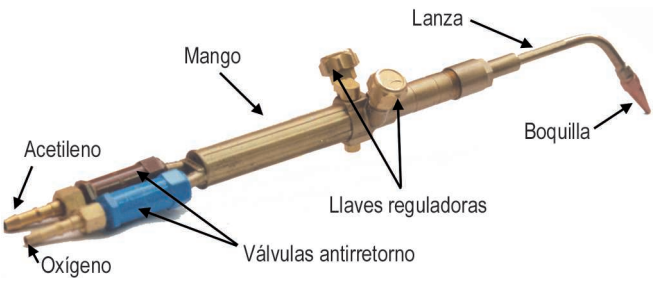


Figura 11.8. **Soplete oxiacetilénico.**

Todos los sopletes tienen en su parte posterior las tomas donde van conectadas las mangueras que los unen

© Ediciones Paraninfo

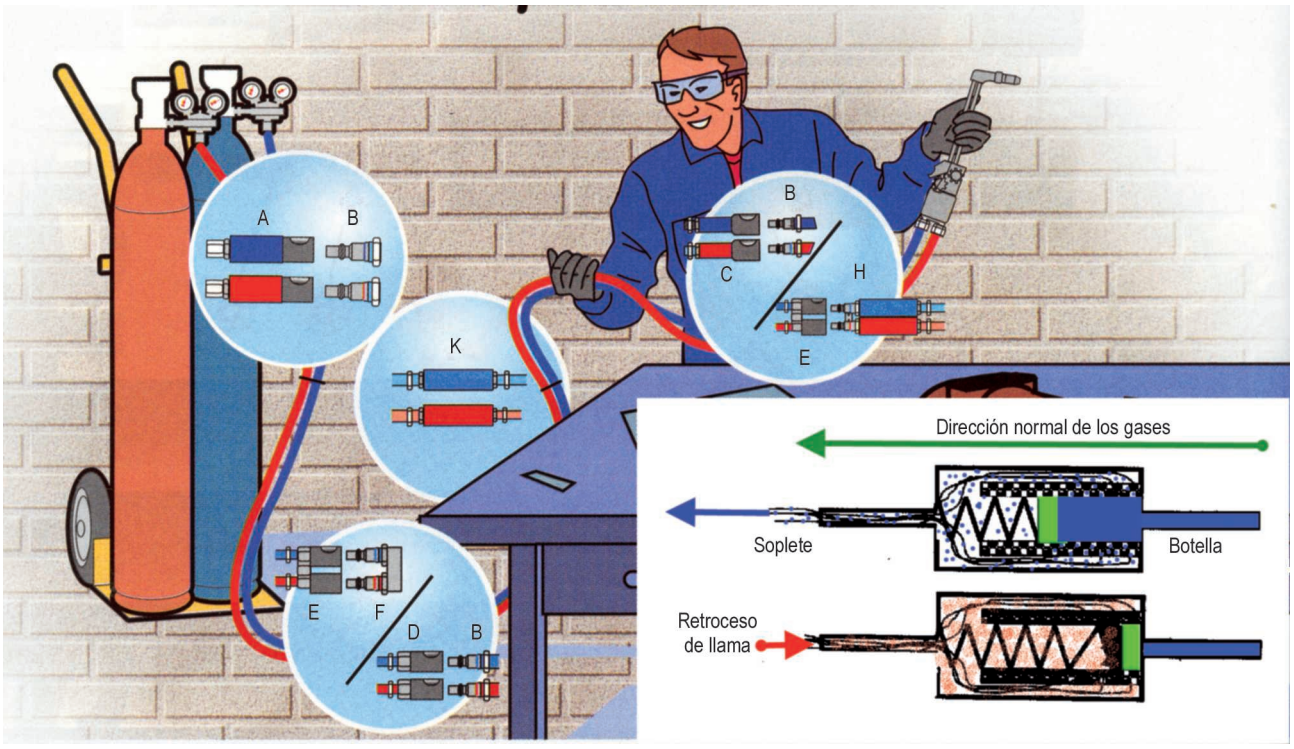


Figura 11.9. **Válvulas antirretorno.**

con las botellas. Para evitar posibles errores, la entrada del oxígeno lleva las letras OX y es de rosca a derecha; y el acetileno, las letras AC y es de rosca a izquierda. Entre el soplete y las botellas, en ambas tomas, se conectan unas válvulas de seguridad antirretorno (Figura 11.9), para evitar (en caso de retorno) que la llama se pueda introducir en las mangueras. Estas válvulas están compuestas por un tubo poroso, por el que se desplaza en su interior un émbolo que en posición de reposo se encuentra obstruyendo el paso del gas, debido a la presión de un muelle antagónico que se encuentra en el lado opuesto a su desplazamiento.

Cuando se abre el tornillo de expansión, la presión del gas vence la fuerza del muelle, y se introduce en el interior de la válvula, atravesando el tubo poroso y sale al exterior en dirección hacia el soplete. Si se produjera un retorno de llama, aumentaría la presión en la parte del émbolo donde se encuentra el muelle, reforzando la presión que este ejerce sobre el émbolo y cerrando el paso del gas. A la vez, al producirse la inflamación del acetileno en el interior del soplete, se produce gran cantidad de hollín, que provoca la obstrucción del tubo poroso y por tanto el paso del gas.

Son pues dos los mecanismos de seguridad contenidos en cada válvula, que han de estar en perfecto estado de funcionamiento y que habrá que sustituir con cierta asiduidad, o cuando se tenga la sospecha que se ha producido un retorno de llama.

Uno de los síntomas más característicos que se producen cuando se ha producido un retorno de llama es que el casquillo poroso de la válvula antirretorno se obstruye y el caudal de gas que circula se ve muy disminuido, aunque la llave de paso esté abierta totalmente (síntoma que es fácilmente apreciable).

Las válvulas antirretorno se pueden instalar a la entrada de la empuñadura, a la salida de los manorreductores o en la propia manguera. Dependiendo de su ubicación se tendrán que utilizar los accesorios adecuados para cada caso.

Los sopletes están equipados con un juego de boquillas calibradas que se identifican por la numeración que tienen marcada (Figura 11.10). A mayor numeración, mayor diámetro de salida y por tanto mayor caudal de gases. En la reparación de las carrocerías se suelen utilizar las boquillas de los números 0, 1 y 2.

11.1.5. La llama oxiacetilénica

Una vez encendido el soplete y regulada correctamente la proporción de los gases, en la llama oxiacetilénica se observan tres partes (Figura 11.11) o zonas bien

© Ediciones Paraninfo

Figura 11.10. Maletín de equipo de soldadura oxiacetilénica.

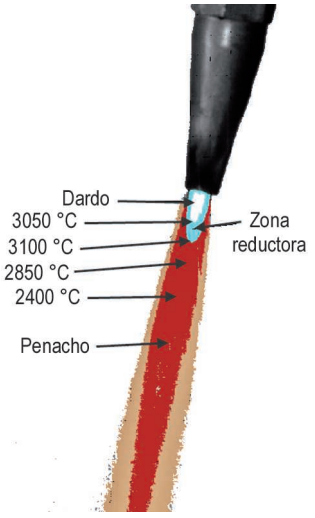


Figura 11.11. Llama oxiacetilénica.

diferenciadas. La primera zona está situada inmediatamente a la salida de la boquilla, y se denomina «dardo». Rodeando el dardo se ve una zona azulada, llamada zona reductora, que es donde se alcanza la mayor temperatura, a unos 5 mm de la punta del dardo, pudiendo llegar a los 3100 °C. La temperatura va descendiendo, a medida que hay mayor distancia del dardo. Los gases que se producen en esta zona protegen al metal en función de la acción del aire atmosférico, evitando así la formación de óxido.

Hay una tercera zona más amplia que las anteriores que rodea a la zona reductora, tiene un color rojizo y se denomina penacho.

Variando la composición de la mezcla, oxígeno/acetileno, se puede alterar las propiedades químicas de la llama, obteniéndose:

- Llama reductora (o neutra).
- Llama oxidante.
- Llama carburada.

Proceso operativo para el manejo del equipo de soldadura oxiacetilénica con botellas

El trabajo con estos equipos exige una serie de cuidados y precauciones que se relacionan a continuación:

1. Colocar la boquilla que corresponda al espesor de las piezas a soldar.
2. Abrir y cerrar con suavidad las dos llaves de paso (oxígeno/acetileno) para eliminar la dureza de apertura.
3. Abrir los grifos de las botellas.
4. Regular los manorreductores, mediante sus tornillos de expansión, para obtener una presión de 0,3 a 0,5 bar para el acetileno y 1,5 a 2,5 bar para el oxígeno (boquilla del 0). Si la presión sube más de lo debido, se debe abrir el grifo del gas correspondiente en el soplete, y a continuación aflojar el tornillo de expansión de los manorreductores hasta volver a la presión adecuada.
5. Abrir un poco el grifo del oxígeno y regular con muy poco caudal para evitar la formación de hollín en el encendido de la llama.
6. Abrir el grifo del acetileno e inflamar los gases empleando una llama piloto. Para el encendido es preferible que el acetileno esté en exceso y que la llama despegue de la boquilla.
7. Regular el caudal de acetileno. Se alcanza un buen caudal cuando al abrir progresivamente el grifo del acetileno, la llama, que al principio es larga y de contornos paralelos, se ensancha en su extremo.
8. Al aumentar el caudal del oxígeno, la llama cambiará de aspecto, haciéndose más blanca, sus extremos se pondrán transparentes, la zona blanca y luminosa (el dardo) disminuirá de longitud para tomar una forma de lengüeta regular (Figura 11.12).

   El dardo se observa que está bien regulado cuando su contorno está limpio y luminoso. En estas condiciones decimos que tenemos una llama neutra y es la que utilizaremos normalmente.

   Cuando se sobrepasa la cantidad adecuada de oxígeno, se obtiene la llama oxidante, con dardo más pequeño, azulado y menos brillante.

© Ediciones Paraninfo

Figura 11.12. **Regulación de la llama oxiacetilénica.**

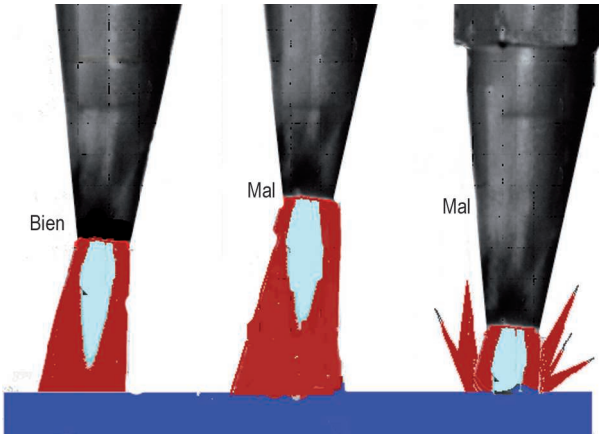


Figura 11.13. **Distancia del dardo y la pieza a soldar.**

Con una llama oxidante, al soldar se producen numerosas proyecciones, formándose un burbujeo blanco sobre la superficie de fusión. Esto es debido a que se oxida y quema el metal base y el de aportación. Esta oxidación, que puede ser un inconveniente, proporciona la ventaja de que eleva la temperatura de la soldadura y la fusión se realiza más fácilmente. Se utiliza para cortar y para soldadura de cobre, pues el aumento de la temperatura, contrarresta la gran difusión de calor que se produce por la elevada conductividad del cobre.

La llama carburante se produce aumentando la proporción de acetileno, consiguiéndose un dardo más largo que en la llama neutra y un penacho blanco y alargado. El resultado de esta llama es un exceso de carbono, que endurece los aceros y aumenta su fragilidad.

Esta llama se emplea para recargar piezas de acero que resultan más duras que el metal base y también para la soldadura de aluminio y sus aleaciones por la menor temperatura y la menor presencia de oxígeno.

9. Una vez encendida y regulada la llama oxiacetilénica hay que acercar la boquilla a la zona de soldadura, mantenerla de 3 a 5 mm (Figura 11.13) de distancia entre el dardo y la pieza a soldar (es la zona en donde más temperatura se alcanza). Una distancia inferior implica la realización de una soldadura más lenta y defectuosa, con la posibilidad de que la boquilla se pueda obstruir con mayor facilidad por el continuo desprendimiento de material. Una separación en exceso implicaría una soldadura más lenta, carburando en parte la zona soldada.

Si lo que se pretende es soldar dos chapas, se deberán calentar por igual, hasta que el metal de ambas piezas se transforme en líquido y se fusione una con la otra. Si es necesario incorporar metal de aportación, se incorporará en este momento. De no hacerlo no se realizará una soldadura, sino más bien una pegadura de las piezas a unir.

Cuando se interrumpe la operación de soldar durante unos minutos, bastará con cerrar los grifos del soplete; primero el acetileno y después el oxígeno. Para una parada más prolongada (de una o dos horas), es necesario cerrar, además, los grifos de las botellas.

Si la parada es de larga duración, se debe desalojar la presión de los gases para no estropear los muelles de los manorreductores y, por seguridad, para evitar que ocurra una rotura accidental en las mangueras o posibles fugas de gases en ausencia del soldador. El cierre se realizará de la siguiente forma:

1. Cerrar los grifos de las botellas y dejar salir los gases abriendo las llaves de regulación del soplete, hasta que los manómetros desciendan a cero.
2. Aflojar los tornillos de expansión de los manorreductores y cerrar las llaves de regulación del soplete.

11.1.6. Metales de aportación

Se denominan metales de aportación a los metales y aleaciones preparados especialmente para ser incorporados con el soplete a la zona de unión, fundiéndolo junto con el material base. Se utilizan para:

- Unir las piezas a través del cordón depositado en la junta de unión.
- Rellenar la junta.
- Aportar a la superficie de una pieza desgastada suficiente material para restablecer las dimensiones originales.

© Ediciones Paraninfo

Para la elección de los materiales de aportación se tendrá en cuenta:

1. Emplear varilla expresamente fabricada para este fin.
2. Que el mejor metal de aportación es aquel que compensa las alteraciones que se producen por las elevadas temperaturas de la llama.
3. El diámetro adecuado de la varilla en relación con el espesor de las piezas a soldar viene dado por el siguiente cálculo:

$$\left(\frac{e}{2+1}\right) \quad \text{o} \quad \frac{e}{2}$$

siendo e el espesor de la pieza a soldar.

Por ejemplo, para soldar una chapa de 0,8 mm se utilizaría una varilla de 1,4 mm o 0,4 mm.

11.1.7. Incidencias más habituales que se presentan en el uso del equipo

Síntoma: desregulación de la llama

- **Causa.** Normalmente se produce por el calentamiento de la boquilla.
- **Solución.** Volver a regular los gases.

Síntoma: chasquido seco, con proyección del metal de soldadura en fusión

- **Causa.** El caudal es muy pequeño y no se corresponde con la boquilla que se está utilizando.
- **Solución.** Aumentar el caudal de los gases en la proporción adecuada.
- **Causa.** Obstrucción de la boquilla.
- **Solución.** Limpiar el orificio de la boquilla. Nunca hay que utilizar un material más duro que la boquilla, ya que se deformaría el orificio.

Síntoma: chasquidos secos repetidos o parpadeo de la llama

- **Causa.** Calentamiento excesivo de la boquilla. Se produce cuando se suelda en un ángulo cerrado y es debido a que hace volver el penacho alrededor de la boquilla, esta se calienta excesivamente y los gases se inflaman antes de salir por la misma, produciéndose una serie de pequeñas explosiones.

  Esta anomalía también ocurre cuando se lleva mucho tiempo soldando de forma continua.
- **Solución.** Cerrar el grifo del acetileno y dejar abierto el del oxígeno. Introducir la boquilla y la lanza en un recipiente con agua. No dejar el grifo del acetileno abierto porque el oxígeno, que tiene más presión, hará retornar al acetileno por su propia canalización, lo que sería peligroso en el momento de encender la llama.

Síntoma: chasquido seco, con extinción

- **Causa.** Se produce un chasquido y se apaga la llama, saliendo un pequeño hilo de humo mientras se produce un silbido. Esto es debido a que se ha producido un retorno de la llama. Los gases se queman en el inyector, pudiéndose extender la llama por la manguera del acetileno.
- **Solución.** Cerrar los grifos de los dos gases lo más rápido posible, empezando por el acetileno. No encender de nuevo el soplete hasta verificar que todo está correcto.

Síntoma: inflamación de una fuga de gas

- **Causa.** El equipo tiene fugas de gases, pudiéndose inflamar debido a las proyecciones de metal en fusión.
- **Solución.** Cerrar rápidamente los grifos de las botellas.

  Para evitar en lo posible este accidente, comprobar siempre al montar el equipo las posibles fugas con agua jabonosa, y no soldar estando las botellas a una distancia menor de 3 m del puesto de soldadura.

Síntoma: dardo irregular

- **Causa.** Existe una obstrucción en la boquilla que impide la salida de gases.
- **Solución.** Limpiar esta obstrucción, basta normalmente con frotar el soplete con la llama encendida sobre un tronco de madera.

  Si la obstrucción persiste, hacer una limpieza más a fondo. Para ello esperar a que se enfríe la boquilla y con un hilo de cobre efectuar varias pasadas a través del orificio.

11.1.8. Normas de seguridad en el uso del equipo de soldadura

Al utilizar el equipo de soldadura:

1. Evitar los golpes que puedan afectar a las llaves de regulación.
2. No utilizar herramientas que no sean las apropiadas para manipular el equipo.
3. Nunca desmontar ni montar la boquilla con el soplete caliente.

© Ediciones Paraninfo

4. Comprobar siempre que el tornillo de expansión de los manorreductores está desenroscado antes de abrir los grifos de las botellas. Si al abrir la botella este tornillo está ejerciendo presión sobre la membrana, la cámara y el manómetro de baja recibe un fuerte impacto de presión que puede deteriorarlos.
5. No engrasar los manómetros ni ningún elemento del equipo, si fuera necesario lubricarlos, hacerlo con jabón o glicerina.
6. Nunca utilizar una manguera para usar como paso de oxígeno, si anteriormente ha sido usada para el paso del acetileno, ya que puede resultar una mezcla altamente inflamable.
7. Al instalar una manguera nueva, soplar su interior antes de conectarla.
8. Realizar los acoplamientos de las mangueras y de los manorreductores con los métodos indicados por el fabricante.
9. No utilizar la manguera del oxígeno para airear el medio ambiente, ni para limpiar las piezas.
10. Tener siempre a mano los sistemas de extinción de incendios apropiados.
11. Antes de empezar a soldar, revise el estado del equipo.
12. Usar siempre los medios de protección personal.
13. No soldar cerca de recipientes que contengan (o hayan) contenido productos inflamables.
14. Vigilar el salto de las chispas y las proyecciones de material fundido.
15. Utilizar las protecciones oculares en las operaciones de limpieza de las zonas soldadas.
16. Extremar las medidas de seguridad al soldar recipientes que hayan contenido materiales inflamables.

Protecciones del soldador

Gas resultante de la combustión

Los gases que se producen por la combustión (salvo en espacios muy cerrados) no resultan peligrosos. Están compuestos de anhídrido carbónico y agua (2 litros de anhídrido carbónico y 18 gramos de agua por cada litro de combustión de acetileno).

Radiaciones nocivas

Esta radiación se produce por la fusión del metal y la llama oxiacetilénica. La radiación afecta a los ojos, por lo tanto hay que protegerlos mediante vidrios de seguridad que reducen la luz visible, a un nivel normal, que permita una buena visibilidad del trabajo sin fatiga para la vista, y además filtra las radiaciones ultravioletas e infrarrojas.

Vestimenta

No usar para soldar ropa sintética como el rayón, nailon, orlón, etc., que son sensibles al fuego. Además se debe utilizar, como medida de protección, mandil, guantes y polainas.

También es necesario proteger las zonas cercanas a la soldadura para evitar posibles incendios o para evitar el deterioro de otros elementos (asientos, fundas, etc.). Para ello el soldador utilizará mantas ignífugas.

11.1.9. Preparación de las piezas

La preparación de las chapas a soldar resulta fundamental para realizar una buena soldadura. En primer lugar, se deben limpiar y eliminar las pinturas, grasas y óxidos de las chapas a soldar. Si las chapas tienen un grosor de más de 5 mm, siempre es necesario hacer un chaflán para que la penetración del cordón sea el adecuado. En las chapas que normalmente se utilizan en el automóvil será suficiente con separarlas aproximadamente 1 mm una de otra o simplemente soldaduras a tope.

Antes de iniciar la soldadura, se tomarán las precauciones necesarias para evitar las deformaciones, por dilatación o contracción de cada material. Para ello es indispensable puntear siempre las chapas a soldar.

Punteado

El punteado consiste en sujetar los bordes de las piezas a unir con pequeñas soldaduras muy cortas que se denominan puntos. Estos puntos mantienen los bordes en su sitio durante la soldadura. Deben ser lo suficientemente resistentes como para no romperse bajo los efectos de la dilatación de los materiales, pero no deben ser largos para que se puedan romper fácilmente si fuese necesario rectificar la posición de las piezas. Tampoco deben tener un espesor excesivo que pudiera ser un obstáculo durante la ejecución de la soldadura.

Si la soldadura es en línea recta, el primer punto (Figura 11.14) se hace en el centro, y a continuación se van alternando a cada lado.

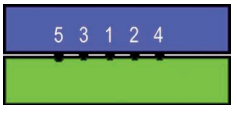


Figura 11.14. Punteado de uniones en línea recta.

Si la soldadura es en ángulo, el primer punto debe realizarse en el vértice, e igual que en el caso anterior se van alternando.

Para reparar una grieta (Figura 11.15), se realiza el punteado en el extremo donde empieza la grieta en la chapa.

© Ediciones Paraninfo

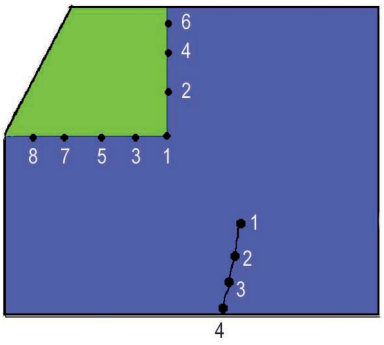


Figura 11.15. Punteado de uniones en ángulo y con grieta.

Los puntos se realizan a una distancia máxima de 30 veces el espesor de la chapa a unir.

Para soldar por puntos una pieza rectangular, se puntean en primer lugar los lados más planos, opuestos entre sí, y después los más abombados.

11.1.10. Métodos de soldadura

Soldadura izquierda

También se le denomina hacia adelante (Figura 11.16). Es el método de soldadura más utilizado, se aplica a toda clase de metales y aleaciones, y está especialmente indicado para chapas de hasta 6 mm de espesor.

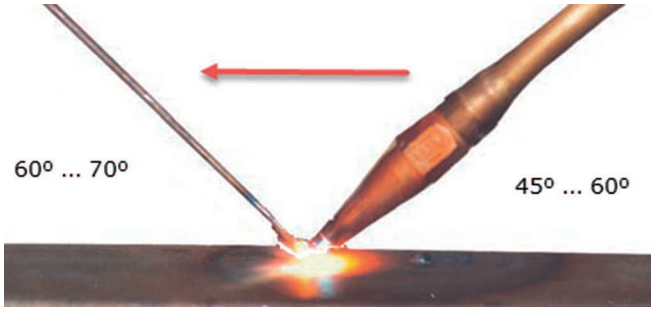


Figura 11.16. Soldadura a izquierda.

Tiene el inconveniente de que es un método lento y supone un elevado coste por el tiempo que se emplea en su ejecución y el volumen de gases que se consumen. Se realiza de derecha a izquierda, la varilla va delante del soplete formando con la superficie del material un ángulo de 60º a 70º. La inclinación de la varilla estará entre 45º y 60º y será mayor cuanto menor espesor tengan las chapas a soldar. El diámetro de la varilla debe ser igual a la mitad del espesor de la chapa más un milímetro.

Soldadura derecha

Se utiliza para chapas entre 6 y 15 mm. No es aconsejable para soldar fundiciones o materiales no férreos. Se realiza de izquierda a derecha (Figura 11.17) y la varilla avanza tras la llama. Como la chapa es de un grosor considerable, siempre habrá que realizar un chaflán y en el fondo dejar una separación igual a la mitad del espesor de las chapas a unir.

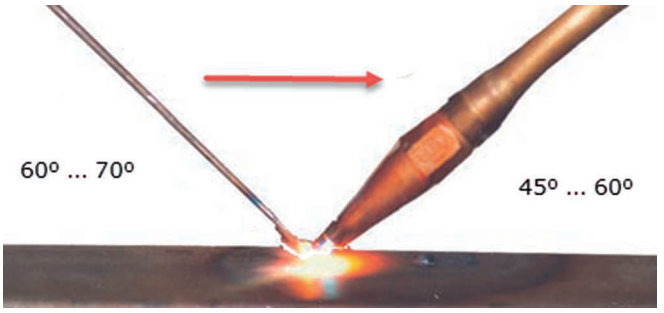


Figura 11.17. Soldadura a derecha.

En este método, la llama sigue calentando el metal depositado anteriormente, que se mantiene fluido, facilitando el relleno de la junta, obteniéndose un recocido del cordón que mejora su resistencia mecánica.

Soldadura en ángulo interior

Este tipo de soldadura se realiza aplicando al soplete un movimiento semicircular, con una inclinación de unos 45º, avanzando la varilla por delante de la llama con una inclinación de unos 15º aproximadamente (Figura 11.18).

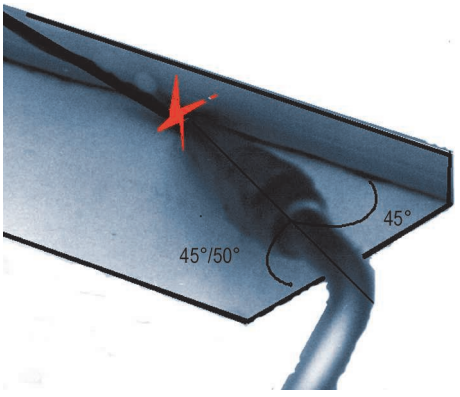


Figura 11.18. Soldadura en ángulo.

La boquilla debe separarse algo más de la plancha vertical que de la horizontal, para que el dardo caliente más la parte del ángulo que corresponde a la plancha horizontal. El sobrecalentamiento de la chapa vertical daría lugar a una «mordedura» en el borde del cordón de esa chapa.

Soldadura en ángulo exterior

En este caso la soldadura se realiza directamente sobre el ángulo formado por los bordes de las piezas a unir. El soplete se desplaza de derecha a izquierda para piezas menores de 6 mm, y al contrario para piezas de mayor espesor.

© Ediciones Paraninfo

Soldadura en cornisa

Se denomina este tipo de soldadura a la que se realiza en una chapa que está en posición vertical, y el cordón se ejecuta de forma paralela al suelo (Figura 11.19). En esta posición, el baño de fusión tiende a caerse al suelo, para evitarlo, la boquilla del soplete debe inclinarse hacia arriba unos 60º para que el chorro de los gases sostenga el baño de fusión mientras se solidifica.

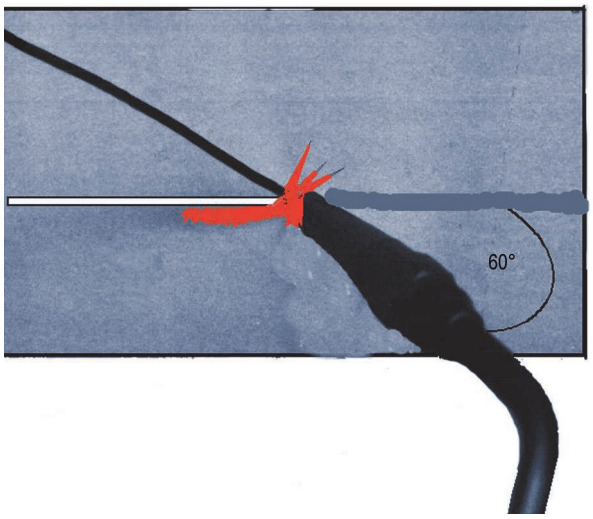


Figura 11.19. Soldadura en cornisa.

Soldadura ascendente

Se realiza en chapas que están en disposición vertical, y el cordón se ejecuta de forma perpendicular al suelo (Figura 11.20). La llama se desplaza de abajo hacia arriba, dándole una inclinación de unos 30º respecto a la horizontal, para que el chorro de los gases sostenga el baño de fusión mientras se solidifica.

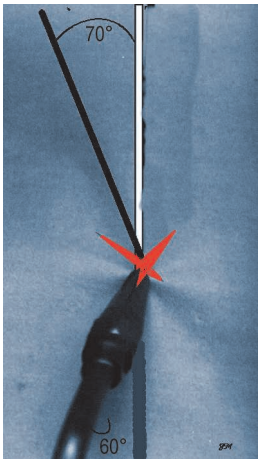


Figura 11.20. Soldadura ascendente.

11.1.11. Soldadura con latón

Este procedimiento encuentra aplicación en los trabajos de reparación de carrocerías para obturar taladros, unir elementos que no deban calentarse hasta la temperatura de fusión por temor a deformaciones y para unir metales de distinta naturaleza.

Como metal de aportación se utiliza una aleación de cobre y cinc (latón) con un elemento de adición (el silicio) destinado a limitar la evaporación del cinc y disminuir la fluidez del baño. Se presenta en forma de varilla de sección redonda, en longitud de 1 m. El latón que se utiliza en carrocería obtiene la adhesión calentando la pieza a una temperatura de 650-750 ºC. Los diámetros de las varillas van escalonados desde 1,6 a 8 mm.

El procedimiento más utilizado para aplicar calor es el equipo oxiacetilénico, que debe regularse normalmente con un exceso de acetileno, con lo que se asegura que la llama no sea oxidante.

Las piezas se pueden unir a tope, a solape o en ángulo.

El proceso operativo para soldar es el siguiente:

1. Limpiar las piezas a soldar.
2. Acoplar las piezas a soldar, y sujetarlas con unos alicates de presión.
3. Utilizar fundentes a base de borato de sodio, para eliminar los óxidos que se forman en las zonas que se están soldando. Los fundentes son sustancias que se incorporan en el momento de realizar la soldadura para:
   - Disolver la película de óxido que se forma en los metales oxidables al aire libre.
   - Después de haber disuelto el óxido, quedan los fundentes flotando sobre el metal, protegiéndolo de la oxidación atmosférica.
   - Los fundentes deben quitarse de forma fácil una vez solidificados, limpiando perfectamente la soldadura.
4. Cuando las piezas están preparadas, calentar el metal de aportación e introducirlo en el recipiente del fundente, observando que parte de este se queda adherido al metal de aportación.
5. Calentar la zona a soldar, hasta alcanzar un color rojo vivo, fundir entonces el extremo de la varilla con el fundente que se esparcirá sobre la zona calentada.
   - Si el metal de aportación se desliza excesivamente, hay que levantar ligeramente el soplete durante un período de tiempo muy corto, para que se enfríe y se solidifique.

© Ediciones Paraninfo

– Si el metal de las piezas no está lo suficientemente caliente, el metal de aportación no se esparce y forma pequeñas gotas redondeadas.
– Si las piezas están demasiado calientes o si no han sido lo suficientemente decapadas, el metal de aportación se desliza sin adherirse (como si la superficie estuviese grasienta). La falta de fundente origina las mismas dificultades.

6. Puntear las piezas con puntos a corta distancia.
7. Verificar el perfecto acoplamiento de los bordes; si es correcto, desmontar los alicates de presión y terminar de realizar la soldadura.
8. En este método de soldadura el material de protección a utilizar es el mismo que para la soldadura oxiacetilénica.

11.1.12. El oxicorte

El oxicorte es un procedimiento de corte de metales mediante el soplete oxiacetilénico.

Si se calienta el hierro hasta que adquiera un color rojo vivo (antracita) se quema rápidamente en el oxígeno (Figura 11.21). En este efecto se fundamenta el corte con el oxicorte, que mediante un soplete especial calienta la chapa hasta el rojo vivo y entonces le lanza un chorro de oxígeno a presión. En este momento el metal se quema separándose y propagándose rápidamente la combustión a todo el espesor de la chapa.

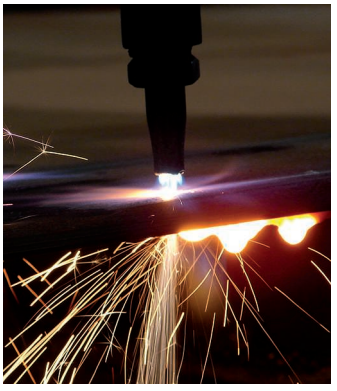


Figura 11.21. Oxicorte.

Los sopletes para cortar están provistos de un dispositivo (Figura 11.22) destinado a producir una llama oxiacetilénica igual que en los sopletes de soldar, solo que con un caudal mayor. Además dispone de otro dispositivo para lanzar un chorro regulado de oxígeno a presión. Hay sopletes en los que ambos dispositivos están separados, aunque lo normal es que formen un solo conjunto (Figura 11.23).

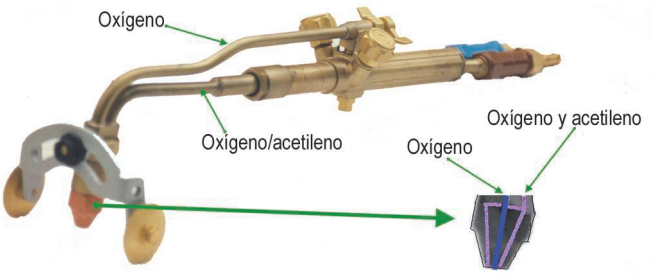


Figura 11.22. Elementos del oxicorte.

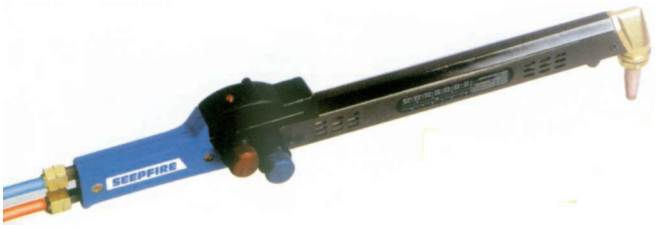


Figura 11.23. Oxicorte moderno.

En el corte bajo el agua se sustituye el gas acetileno por el hidrógeno.

Para el corte de forma automática existen unas máquinas que se denominan oxitomos. Estas máquinas realizan el corte según el diseño realizado en una plantilla.

El proceso operativo es el siguiente:

1. Trazar la línea por donde se debe realizar el corte.
2. Montar en la boquilla del soplete el accesorio con ruedas para mantener la misma distancia entre el dardo y la pieza a cortar.
3. Instalar una guía a la distancia adecuada, con el fin de que las ruedas estén continuamente rozando la misma y el corte salga según la línea trazada.
4. Encender la llama oxiacetilénica, regulándola de tal manera que abriendo el grifo del oxígeno puro presenta un dardo normal. El dardo debe quedar unos 5 mm por encima de la chapa a cortar.
5. Calentar la pieza que se ha de cortar hasta el rojo vivo (partiendo siempre desde un borde).
6. Abrir el grifo del oxígeno y avanzar con el soplete a medida que se produce el corte.

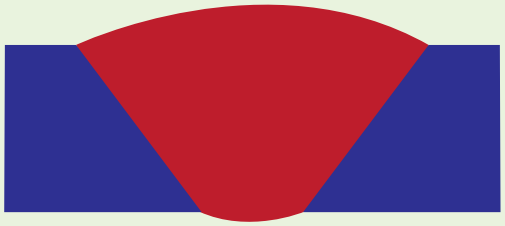
   Un corte demasiado ancho, con los bordes superiores fundidos, indica lentitud en el avance o que la llama calentadora está demasiado fuerte.

   Si se desplaza demasiado deprisa, la llama no atraviesa todo el grosor de la chapa y por tanto no se realiza el corte.
7. Una vez realizado el corte, cerrar la llave del oxígeno y apagar la llama oxiacetilénica.

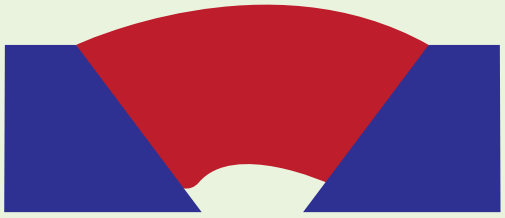
© Ediciones Paraninfo

DEFECTOS DE LAS SOLDADURAS

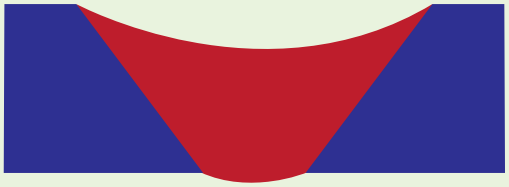
1 **Cordón correcto.**



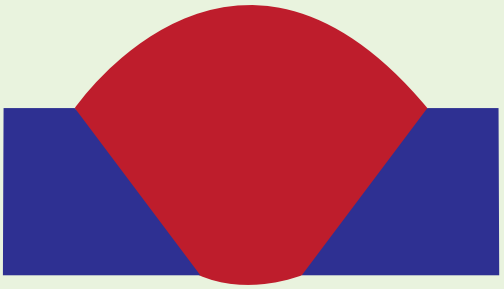
2 **Falta de penetración.**
Es el defecto más corriente y se origina en la soldadura que no ha llegado hasta el fondo de la junta. Se localiza fácilmente porque se observa que en el reverso de las chapas soldadas no sobresale el cordón. Esta falta de penetración origina una soldadura frágil, ya que la superficie de unión es pequeña.



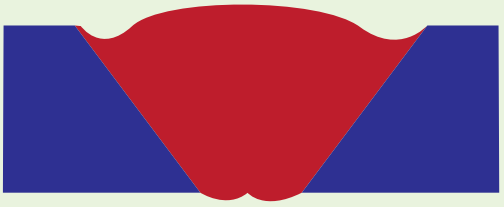
3 **Falta de espesor del cordón.**
Este defecto se aprecia por el aspecto hundido que presenta, formándose una pequeña depresión en lugar de sobresalir hacia arriba. Se corrige realizando una segunda pasada.



4 **Exceso de espesor del cordón.**
Se manifiesta por un cordón exagerado por el lado de soldadura, debido a un exceso de material de aportación. El reverso aparece correctamente.



5 **Regueros o mordeduras.**
Es un defecto que se pone de manifiesto por unos canales longitudinales que se observan a ambos lados del cordón y es debido a una fusión demasiado prolongada.



6 **Pegaduras.**
Son depósitos de material fundido que se han incorporado a la soldadura sin que la pieza esté en estado de fusión, es decir, no se ha calentado lo suficiente.

Este defecto se aprecia fácilmente porque, en realidad, el material aportado aparece como una pegadura en la pieza. Se soluciona volviendo a soldar la zona, pero esta vez fundiendo todo el material. Es uno de los defectos más característicos de los principiantes.

11.2. Soldadura eléctrica con electrodo revestido (SMAW)

La soldadura por arco con electrodo revestido también se denomina SMAW y se realiza utilizando el calor producido al establecerse un arco eléctrico entre dos conductores de distinta polaridad. La temperatura alcanzada por este procedimiento supera los 3500 °C, necesarios para fundir la zona de soldadura.

El arco eléctrico se produce al poner en contacto los dos polos opuestos de un generador, a través de la pinza de masa y la pinza portaelectrodo (Figura 11.24), lo que produce una elevada temperatura que hace que se desprendan vapores metálicos que protegen el baño de fusión de la atmósfera que le rodea. Estos vapores se mezclan con el aire, ionizando la atmósfera que rodea la zona de contacto de los dos polos, volviéndose el aire conductor eléctrico; de forma que, al separar los polos, se mantiene el paso de corriente, permaneciendo el arco eléctrico (siempre que la separación sea la apropiada de acuerdo con la tensión y la intensidad regulada).

© Ediciones Paraninfo

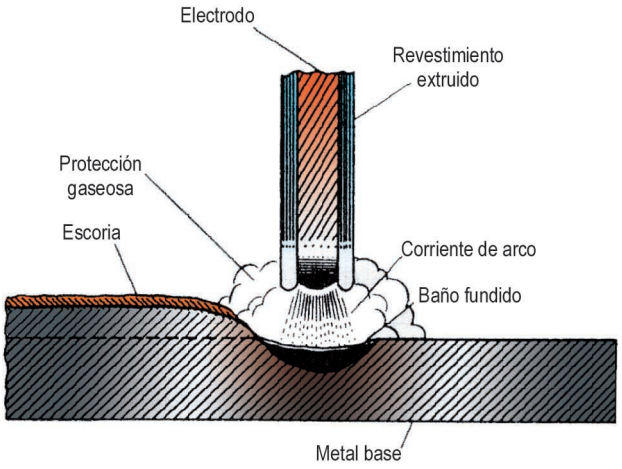


Figura 11.24. Arco eléctrico.

El arco eléctrico así formado funde el metal y forma en la pieza una pequeña depresión denominada «cráter», a la vez que se va fundiendo el electrodo, desprendiéndose en forma de gota que se incorpora a la pieza fusionándose con el material a soldar, formándose el cordón de soldadura (Figura 11.25). Para obtener una buena soldadura el arco tiene que mantenerse a lo largo de la línea de soldadura de una forma constante, ya que si se desplaza de forma irregular o demasiado rápida, se obtiene una soldadura porosa y con poca penetración.

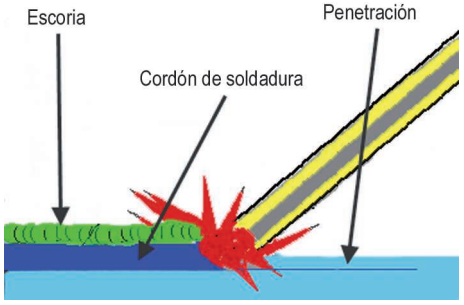


Figura 11.25. Composición del cordón de soldadura.

La penetración es la profundidad del metal base, que se funde por la acción del arco eléctrico. Esta penetración depende de la intensidad; si es escasa, no se calienta suficientemente la pieza; si es demasiado elevada, se forma un cráter excesivamente grande con riesgo de perforar la pieza.

El arco eléctrico puede utilizar tanto corriente continua como alterna y a la operación de poner el electrodo en contacto con la pieza para lograr su calentamiento y la formación del arco se le denomina generalmente «cebado».

El equipo está compuesto por (Figura 11.26):

Figura 11.26. Elementos que componen el equipo de soldadura.

- Una fuente de alimentación con su sistema de regulación.
- Una pinza portaelectrodo, unida a la máquina por un conductor de gran sección. Tiene la función de sujetar el electrodo garantizando un buen contacto eléctrico para el paso de la corriente; además, debe garantizar un aislamiento eléctrico suficiente para el soldador. La sujeción siempre se realiza por la parte del alma del electrodo.
- Una pinza de masa unida también por un conductor de gran sección.
- Material de protección del soldador.

11.2.1. Fuente de alimentación

La fuente de alimentación está compuesta básicamente por un transformador de intensidad constante que reduce la tensión de la red (220/380 V) a la tensión de soldadura, normalmente inferior a 80 V. Este tipo de transformador suministra una intensidad de soldeo constante, proporcionando un arco estable que hace posible que las pequeñas separaciones o acercamientos que se producen entre el electrodo y las piezas a soldar no ocasionen grandes cambios en el valor de la intensidad de soldadura. Los transformadores o fuentes de alimentación pueden ser de corriente continua o alterna.

En el interior de la fuente de alimentación dispone de un dispositivo de regulación de la corriente de soldadura, de tipo mecánico (*shunt* magnético o reactancia saturable) o electrónico (sistemas por SCR o sistemas por in-

© Ediciones Paraninfo

verter). Esta distinción es la que permite clasificar las máquinas de soldar con electrodo revestido en tres familias, en función de su tecnología de fabricación:

- Máquinas de soldar electromecánicas.
- Máquinas de soldar electrónicas (por SCR).
- Máquinas de soldar por inverter.

Las características más destacables de este tipo de transformador son:

- **Factor de marcha:** también se le denomina «factor de utilización» (Figura 11.27), es el período de tiempo que la máquina puede funcionar a plena intensidad, sin llegar a calentarse.

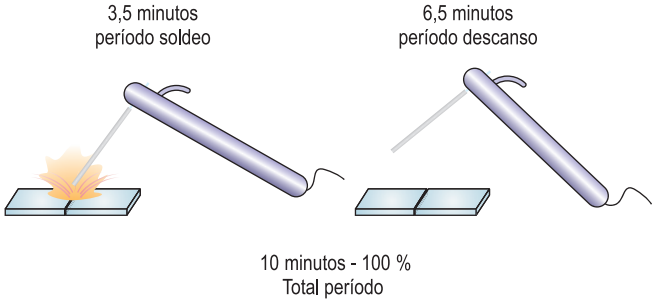


Figura 11.27. **Factor de marcha.**

  Se expresa normalmente en tanto por ciento, aunque en los equipos pequeños de bricolaje o semiprofesionales puede venir expresado en el consumo de electrodos por hora. Si las especificaciones de una máquina indican que suministra 200 A, con un factor de marcha de 35 %, significa que se puede soldar con la intensidad máxima (200 A), 3,5 minutos y a continuación se debe de respetar un tiempo de parada de 5 minutos. Por ejemplo, si viene indicado 1,5/60, significa que se pueden soldar 60 electrodos de 1,5 de diámetro en una hora. Una misma máquina puede especificar distintos factores de marcha en función de la intensidad de soldeo o del diámetro del electrodo.

- **Tensión de vacío:** es la tensión que existe a la salida del transformador cuando no se está soldando. Esta tensión debe ser superior a la tensión de cebado del electrodo.
- **Tensión de cebado:** es la tensión existente cuando entra en contacto por primera vez el electrodo con la pieza (cebado). Depende del tipo de electrodo (rutilo $\geqslant$ 50 V básico $\geqslant$ 60/65 V).
- **Intensidad de cortocircuito:** es la máxima intensidad que suministra el transformador cuando se produce el cortocircuito entre el electrodo y las piezas.

En los grupos de corriente alterna, la tensión de vacío del equipo debe ser superior a la de cebado del electrodo.

11.2.2. Material de protección del soldador

Este tipo de soldadura produce proyecciones de partículas incandescentes y radiaciones que pueden dañar al soldador y su entorno, por tanto es imprescindible prever los medios necesarios tanto para la protección personal como del entorno.

En la protección personal se debe utilizar (Figura 11.28):

1. **Guantes.**
2. **Peto.**
3. **Manguitos.**
4. **Polainas.**

Figura 11.28. **Prendas de protección para el soldador.**

Estos materiales están fabricados a partir de cuero vacuno (serraje vacuno) al que se le suele aplicar un tratamiento anticalórico con costura de hilo de kevlar.

El hilo de kevlar es una poliamida que es cinco veces más fuerte que el acero en una base de igual peso.

Su misión principal es proteger al soldador contra el riesgo de proyecciones de metal fundido o partículas incandescentes, producidas durante operaciones de soldeo, o cualquier tipo de trabajo que pueda producir riesgos similares. También son prendas ignífugas que evitan la propagación de la llama cuando entra en contacto accidental con ella.

Es conveniente no usar ropa de seda ni de algodón.

5. **Calzado de seguridad.**

6. Si la soldadura se va a desarrollar en una zona donde puede perjudicar a otras personas, la protección del entorno se realizará interponiendo entre el soldador y el resto del taller unas cortinas o pantallas opacas (o semiopacas) de carácter ignífugo, para evitar que puedan existir reflejos luminosos de la soldadura (Figura 11.29).

© Ediciones Paraninfo

Figura 11.29. **Pantalla de protección.**

También hay que tener en cuenta la protección física del resto del vehículo, utilizando si es preciso mantas ignífugas (Figura 11.30).

Figura 11.30. **Manta ignífuga.**

7. Gafas transparentes. En el proceso de descascarillado para eliminar la escoria que protege al cordón, pueden tener lugar proyecciones de partículas, que pueden dañar seriamente a los ojos del soldador, por lo que es necesario ponerse gafas transparentes para realizar esta operación (Figura 11.31).

Figura 11.31. **Gafas transparentes.**

8. Pantalla protectora provista de un cristal especial inactínico, que absorbe las radiaciones ultravioletas. Estas pantallas también deben proteger la cara de las salpicaduras producidas durante la soldadura (Figura 11.32).

Existen en el mercado diversas pantallas, las más conocidas disponen de una ventana rectangular, compuesta por dos vidrios: uno totalmente transparente, que se encuentra instalado en la parte exterior de la pantalla, es decir, en el lado donde se produce la soldadura.

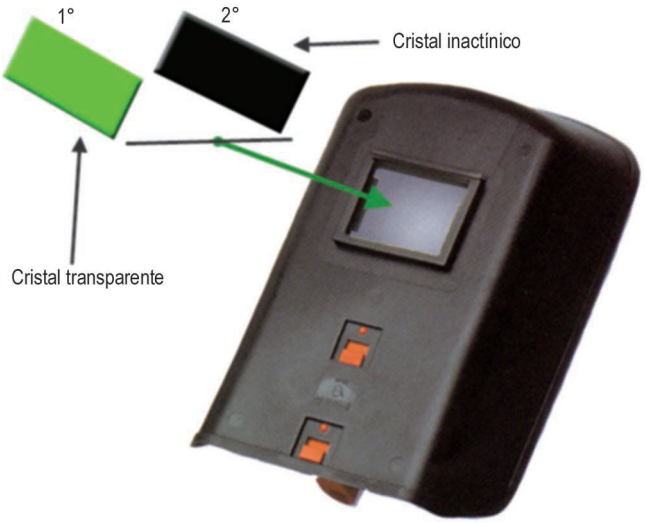


Figura 11.32. **Pantalla protectora soldador.**

Tiene la misión de evitar que las proyecciones de partículas dañen al segundo vidrio, que es un filtro (cristal inactínico), cuya misión es la de evitar que pasen las radiaciones perjudiciales para el soldador (Figura 11.33).

Figura 11.33. **Cristal inactínico.**

Estos filtros están numerados en función de su opacidad, y su capacidad de filtrado de los rayos perjudiciales. Un vidrio más oscuro tiene una referencia numérica mayor, y se utiliza para soldaduras con mucha intensidad. Un vidrio menos oscuro tiene una referencia numérica menor, por tanto, se ve más.

En la soldadura eléctrica con electrodo revestido se utilizan normalmente filtros del número 10/11.

En general, el filtro adecuado es aquel que solo permite tener una visión sobre el punto donde se está produciendo el arco eléctrico y unos dos centímetros más. Para elegir el filtro más idóneo, hay que probar, en primer lugar, con uno de alta protección (número alto); si la visión es escasa, probar con otro inferior, hasta conseguir una

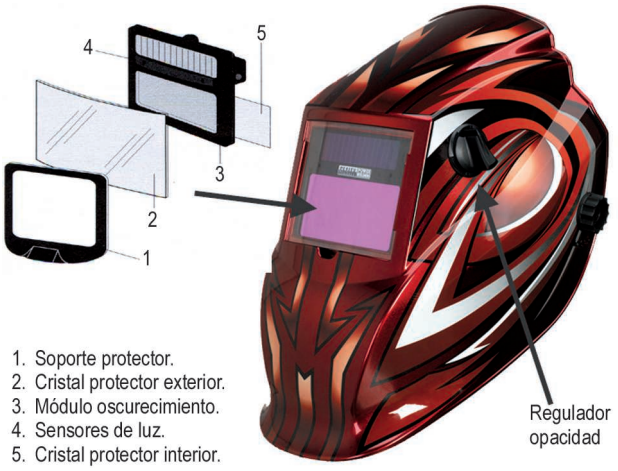
© Ediciones Paraninfo

Corriente (Amp)	PROCESO DE SOLDADURA					
	Corte por plasma	Electrodos recubiertos	MIG (metales pesados)	MIG (metales livianos)	TIG	MAG
0,5					8	
1						
2,5						
5						
10		8			9	
15						
20		9			10	
30						
40	11	10			11	9
60						
80		11			12	10
100			11			
125				11	13	11
150	12					
175		12	12	12		12
200						
225				13	14	13
250	13					
275						
300		13	13	14		14
350						
400						15
450						
500		14	14	15		

visión adecuada. Utilizar un filtro de gran opacidad no significa una mejor protección. En la tabla adjunta se observa qué graduación utilizar en función del sistema de soldeo y la intensidad utilizada.

Existen otros tipos de pantallas protectoras que, cuando no están bajo la influencia del arco eléctrico, tienen una total transparencia, pero al iniciarse este, se oscurece de forma automática gracias a un detector de luminosidad que llevan incorporado en la parte frontal (Figura 11.34). Dichas pantallas están compuestas por un vidrio líquido y un sistema de regulación de la opacidad que se puede variar en función del tipo de soldadura y de la intensidad de la misma. El método para regular el campo de visión es similar a lo explicado anteriormente. En primer lugar se parte de una gran opacidad, para a continuación ir bajando el grado de oscurecimiento a través del regulador, hasta conseguir una visión adecuada.

En ambos modelos de pantalla se mantendrán los vidrios siempre limpios y se sustituirá el vidrio transparente cuando se precise.



1. Soporte protector.
2. Cristal protector exterior.
3. Módulo oscurecimiento.
4. Sensores de luz.
5. Cristal protector interior.

Figura 11.34. Pantalla de protección electrónica del soldador.

Para una adecuada protección, siempre es conveniente respetar las indicaciones de seguridad contenidas en el manual de instrucciones de la máquina de soldar o/y en el manual de reparación, donde suelen venir expresadas en pictogramas como los que aparecen en la Figura 11.35.

11.2.3. El electrodo

Es la varilla mediante la cual se provoca el salto eléctrico para realizar la soldadura y, a su vez, es el material de aportación utilizado en este sistema de soldadura.

El electrodo metálico revestido consiste en una varilla metálica (Figura 11.36) denominada alma, de composición similar a la del metal base, recubierta de una capa de unas sustancias adecuadas al tipo de soldadura a realizar, que reciben el nombre de recubrimiento o revestimiento.

El recubrimiento tiene la siguiente finalidad:

1. Favorecer el encendido del arco y su estabilidad debido a las sustancias ionizantes que lo componen.
2. Mejorar las características mecánicas del metal depositado en la soldadura.
3. Proteger la soldadura de la oxidación retrasando su enfriamiento (formando una escoria sobre la zona fundida).
4. Permitir una mejor penetración y una soldadura de calidad.

Las dimensiones de los electrodos vienen definidas por el diámetro del alma y su longitud, que se expresan en milímetros, siendo las más comunes:

Diámetros 1,6 / 2 / 2,5 / 3,25 / 4.

Longitudes 150 / 200 / 250 / 300 / 350.

© Ediciones Paraninfo

Figura 11.35. **Pictogramas de seguridad.**

Figura 11.36. **Partes de un electrodo.**

Clasificación de los electrodos

La calidad y aplicación de los electrodos dependerá de la clase de metal que forma la varilla y del tipo de recubrimiento. Atendiendo a cada uno de estos dos elementos pueden hacerse dos clasificaciones:

- **Según la varilla:**
  - Electrodos para soldadura de aceros suaves.
  - Para soldadura de aceros de gran resistencia.
  - Para recargues de gran dureza.
  - Para soldadura de aceros inoxidables y resistentes a elevadas temperaturas.
  - Para soldadura de metales no férreos.
  - Para soldadura de fundición.
- **Según el recubrimiento:**
  - Recubrimiento ácido.
  - Recubrimiento básico.
  - Recubrimiento oxidante.
  - Recubrimiento de rutilo.

Este último (de rutilo) es el revestimiento utilizado para trabajos corrientes (son los que se denominan «de uso general»). Dan depósitos de buen aspecto, la escoria se desprende con facilidad, el arco es estable y con buenas características mecánicas. Permite soldar en todas las posiciones. Es de espesor medio y grueso, contiene principalmente rutilo (óxido de titanio) y algunos tipos de celulosa.

Identificación de los electrodos

La designación de los electrodos se realiza mediante normas que se establecen en cada país de origen, como las normas DIN, las normas ISO, las establecidas por la *American Society For Testing Of Material* (ASTM), la *American Welding Society* (AWS), y las establecidas por las normas UNE (Una Norma Española). El objeto de estas clasificaciones es fabricar electrodos con las mismas características. Las clasificaciones a las que pertenecen los electrodos vienen siempre reflejadas en cada caja, así como la intensidad mínima y máxima de funcionamiento. En la etiqueta del ejemplo se establece un caso concreto (Figura 11.37):

- «1» son las normas que clasifican este mismo electrodo en distintos países.
- «2» es el tipo de corriente que se puede utilizar.
- «3» es el diámetro y la longitud del electrodo.
- «4» son las empresas que han homologado este electrodo.
- «5» son las posiciones en las que se puede soldar.

Otro tipo de etiquetas es el que se puede observar en la Figura 11.38.

© Ediciones Paraninfo

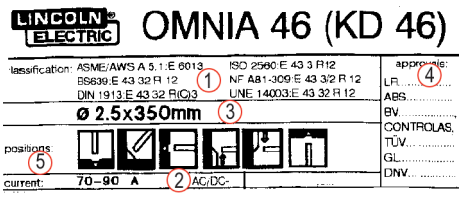


Figura 11.37. Etiqueta de identificación de los electrodos.

Figura 11.38. Etiqueta de identificación de los electrodos.

En ambas etiquetas se puede observar que figura las normas que cumple. Cada norma está identificada por una serie de números y letras que representan determinadas características del electrodo, por ejemplo la norma AWS A5 que figura en esta última etiqueta hace referencia al electrodo E 6013; estos cinco dígitos representan lo siguiente:

E 60 1 3
a) b) c) d)

a) Letra E significa que es un electrodo para acero dulce.

b) Resistencia a la tracción mínima del depósito en miles de libras por pulgada cuadrada (Lbs/pul^2) en el ejemplo 60.

c) Posición de soldar, pudiendo aparecer los siguientes números:

1: Toda posición.

2: Plana horizontal en el ejemplo 1 «todas posiciones».

d) Tipo de revestimiento, corriente eléctrica y polaridad a usar según la Tabla 11.1.

En el ejemplo, 3 recubrimiento de rutilo potásico, que puede utilizar tanto corriente alterna como continua en polaridad inversa o directa.

Elección del tipo de electrodo

La elección del electrodo, se realizará en función de las siguientes consideraciones:

- De la naturaleza de las piezas a soldar (acero común, acero inoxidable, fundición, etc.).
- De la operación que se vaya a realizar y de los esfuerzos mecánicos a los que va a estar sometida la soldadura (soldar, cortar, chaflanado, etc.).
- De la posición de la soldadura.

Como ayuda a la elección, los fabricantes de electrodos proporcionan unas tablas (Tabla 11.2 y Tabla 11.3) para la selección del electrodo más adecuado. La utilización de estas tablas es fundamental para realizar una correcta soldadura, sobre todo la primera vez que se une un material nuevo, o poco conocido.

Tabla 11.1. Elección del tipo de electrodo a usar

Último dígito	Revestimiento	Corriente	Polaridad
0	Celulósico sódico	CC	PI
1	Celulósico potásico	CC-CA	PI
2	Rutilo sódico	CC-CA	PD
3	Rutilo potásico	CC-CA	PD-PI
4	Rutilo + hierro en polvo	CC-CA	PD-PI
5	Bajo hidrógeno sódico	CC	PI
6	Bajo hidrógeno potásico	CC-CA	PI
7	Mineral + hierro en polvo	CC-CA	PD-PI
8	Bajo hidrógeno + hierro en polvo	CC-CA	PI

CC: Corriente continua CA: Corriente alterna
PD: Polaridad directa PI: Polaridad inversa

Tabla 11.2. Selección en función de la aplicación

	Corte	Chaflanado	Unión	Herramientas
Aceros ordinarios	KD30	KD31	KD24	KD65CS
Aluminio	KD30	KD31	KD4A	

Tabla 11.3. Características del electrodo

KD 24 oxidante		
Diámetro 2 mm Continua +/− alterna	Electrodo especial para soldadura de chapas finas todas posiciones (excepto vertical desc.). Soldadura de chapas galvanizadas, trabajos de cerrajería y carpintería metálica.	UNE E-430021

Elección del diámetro del electrodo

El diámetro del electrodo es el diámetro del alma, expresada en milímetros y su elección se realizará en

© Ediciones Paraninfo

función del espesor del material a soldar y del tipo de soldadura a realizar.

Los electrodos se comercializan en los siguientes diámetros; 1,5, 2, 2,5, 3,25, 4, 5.

A título orientativo se expone a continuación la Tabla 11.4 para soldar en horizontal, con bordes rectos y con electrodos de rutilo (de uso general).

Tabla 11.4. Diámetro e intensidad del electrodo en función del espesor a soldar

Espesor de la chapa en mm	Diámetro del electrodo	Intensidad media
1	1,5	30
1,5	2	50
2	2,5	70
2,5	2,5	70
3	3,25	105
4	3,25	105
5	4	105

El diámetro del electrodo está muy relacionado con la intensidad a utilizar, de tal manera que si se aplica una intensidad pequeña a un electrodo de gran diámetro, para soldar una pieza gruesa, la soldadura será lenta. Si por el contrario se aplica una intensidad alta a un electrodo de poco diámetro, en la unión de unas piezas de poco grosor, habrá riesgo de perforar la chapa. Como se mencionó anteriormente, cada electrodo posee unas características determinadas para cada aplicación y su empleo ha de realizarse dentro de las intensidades mínimas y máximas para las que han sido diseñados. Por tanto, es indispensable, sobre todo en las soldaduras de responsabilidad, utilizar para la elección de los electrodos las tablas del fabricante (siempre es útil recordar que no todos los electrodos sirven para todo tipo de tarea).

11.2.4. Práctica de la soldadura

1. Si la soldadura se realiza en el vehículo, es necesario desconectar los bornes de la batería y proteger las zonas donde puedan caer partículas incandescentes (mantas ignífugas).
2. La primera operación para la soldadura de dos piezas es la preparación de las superficies a soldar, que han de estar limpias de óxidos y grasas, así como de suciedad en general. En chapas cuyo espesor es inferior a 2,5 mm, no hay que dejar separación entre los bordes a soldar. En chapas de 3 a 5 mm de espesor, es recomendable dejar como separación la mitad del grosor de las chapas. A partir de los 5 mm, hay que realizar un chaflán, para que la penetración sea la correcta (Figura 11.39).

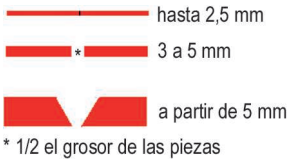


Figura 11.39. Preparación de los bordes a soldar.

3. Colocar las piezas en la posición deseada para soldar e inmovilizarlas con útiles de sujeción adecuados.
4. Seleccionar el tipo de electrodo y el diámetro más adecuado en función del espesor y la naturaleza de las piezas.
5. Conectar la pinza de masa a la pieza o a la mesa metálica, lo más cerca posible de la zona a soldar (Figura 11.40).

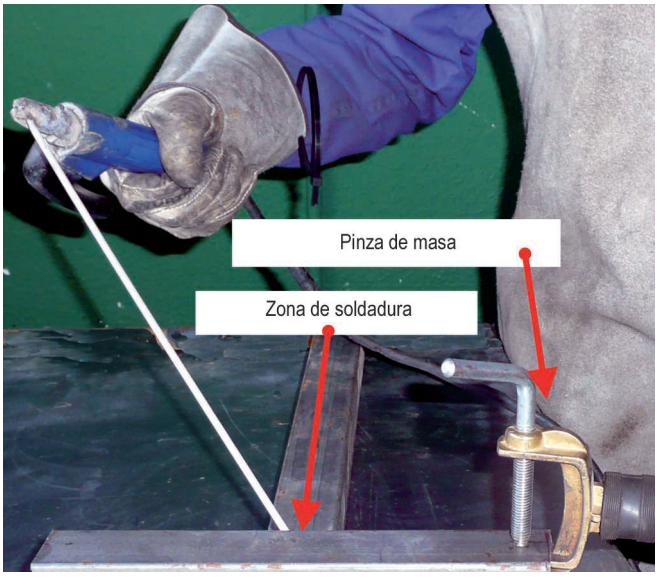


Figura 11.40. Conexión de la pinza de masa.

6. Ajustar la intensidad según el sistema de regulación que disponga el equipo.
7. Protegerse adecuadamente.
8. Generar el cebado del arco (Figura 11.41). Para esta operación hay que tener preparado un trozo de metal, donde realizar estos saltos de prueba, para calentar el electrodo y disipar la humedad que contenga. Esta operación, previa a la soldadura, redundará en una mayor calidad de la soldadura. Para realizar correctamente el cebado se debe aproximar el extremo del electrodo con cierta rapidez a las piezas a unir, describiendo una curva. Cuando se inicie el salto de la corriente eléctrica,

© Ediciones Paraninfo

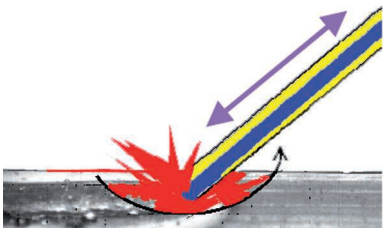


Figura 11.41. Cebado del electrodo.

retroceder hacia arriba rápidamente hasta la distancia de soldadura (igual al diámetro del electrodo) para mantener el arco encendido; si esto no resulta, repetir la operación. Para que el cebado se realice correctamente, es necesario que la punta del electrodo esté limpia de suciedad y escoria, ya que en estas condiciones es difícil provocar el salto de la corriente.

No realizar estos saltos en la mesa de trabajo ni en las zonas adyacentes a la soldadura.

9. Realizar el punteado de los bordes tal y como se describe en la Figura 11.42.

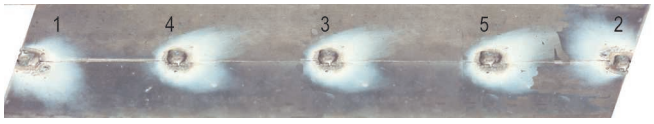


Figura 11.42. Punteado de las piezas a unir.

Esta operación deberá llevarse a cabo con cuidado, de forma que la separación entre las chapas permanezca uniforme.

El punteado deberá efectuarse, en primer lugar, en cada extremo y a continuación en el centro de los espacios entre punto y punto, hasta que la operación se haya completado. De este modo se evitará la deformación de las piezas al soldarlas.

El espaciado entre cada punto dependerá del espesor de las chapas:

- En chapas de 1 a 1,5 mm de espesor, una distancia de 30 a 60 mm entre puntos.
- En chapas de 2 a 3 mm de grosor una distancia de 70 a 100 mm.

Realizar puntos pequeños, para que no obstaculicen la realización del cordón.

10. Durante la soldadura el electrodo debe desplazarse con una inclinación de 60º a 70º, avanzando de izquierda a derecha (Figura 11.43), es decir, tirando siempre del electrodo, nunca empujándolo. El avance debe ser uniforme para que el metal vaya fundiendo por igual y en línea recta para realizar

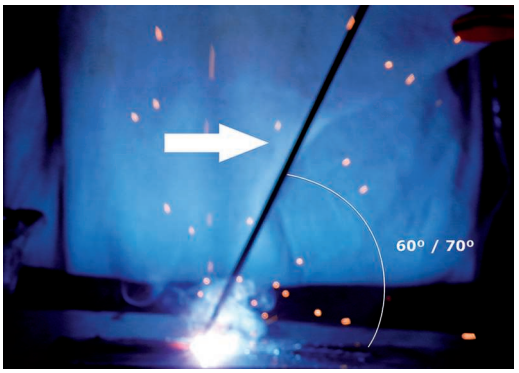


Figura 11.43. Avance del electrodo.

un cordón estrecho (Figura 11.44). Para realizar un cordón ancho, al tiempo que se avanza hay que mover el electrodo en zigzag o de forma espiral (Figura 11.45).

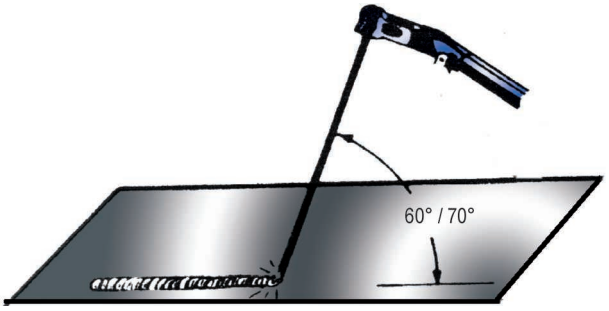


Figura 11.44. Cordón estrecho.

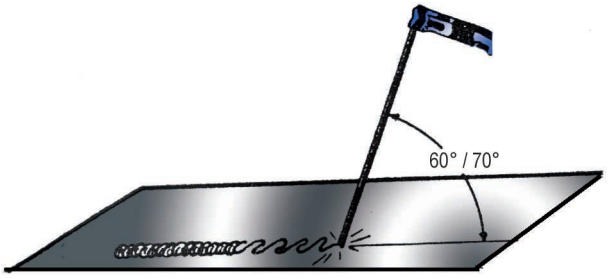


Figura 11.45. Cordón ancho.

Para apagar el arco, el soldador deberá efectuar un movimiento circular de 180º por encima del baño de fusión, desplazando el electrodo rápidamente unos 10 mm hacia atrás a través de la soldadura, levantando el electrodo cuando está encima del cordón (Figura 11.46). En caso de que el electrodo se quite rápidamente del baño de fusión (sin realizar esta operación), se formará una depresión, produciendo poros y grietas.

11. Durante la soldadura, los componentes del revestimiento se funden y se transforman en la escoria líquida que se mezcla en el baño de fusión, pero

© Ediciones Paraninfo

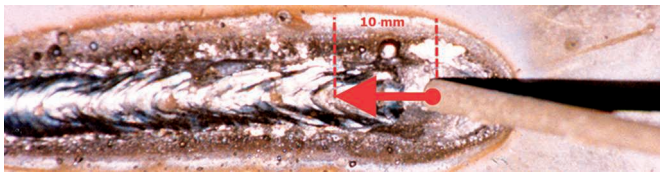


Figura 11.46. Proceso para retirar el electrodo del cordón de soldadura.

debido a que es más ligera, va subiendo a la superficie y se solidifica, formando un recubrimiento en la parte superior del cordón.

Una vez realizada la soldadura, esperar a que la escoria se enfríe y se solidifique. Para eliminar esta escoria, utilizar una piqueta o un cepillo metálico, protegiendo los ojos durante esta operación, ya que saltan partículas en todas las direcciones.

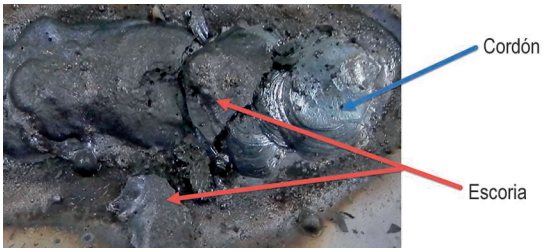


Figura 11.47. Revestimiento del cordón.

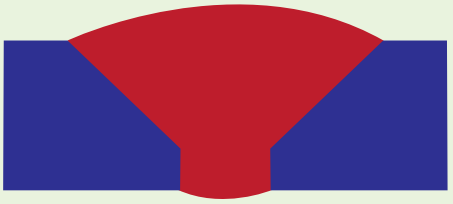
DEFECTOS DE LA SOLDADURA

En los siguientes ejemplos, se parte de la base de que la elección del electrodo y la posición de soldadura han sido correctos en función del proceso a realizar.

1 Soldadura correcta.

Buena penetración.

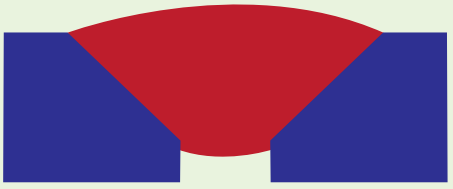
Cordón sin poros, sin grietas y poco abultado.



2 Falta de penetración.

Poca intensidad de regulación.

Arco demasiado largo, es decir, el electrodo está muy separado de la pieza. Esto provoca un aumento de la tensión, pero disminuye la intensidad y la penetración.



3 Mordeduras.

Intensidad de corriente excesiva.

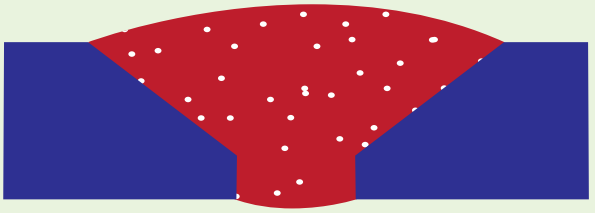
Electrodo demasiado grueso.

Técnica de balanceo defectuosa.

4 Soldadura con poros.

Soldadura realizada sobre una superficie pintada, grasienta o aceitada.

Electrodos húmedos.

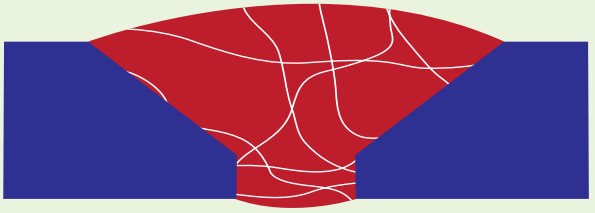


5 Soldadura con grietas.

Arco eléctrico apagado de forma incorrecta, es decir, dejando una depresión en el cordón.

En las soldaduras de varias pasadas, no se dejó enfriar lo suficiente y por tanto no se limpió correctamente la escoria.

Soldadura excesivamente caliente.



6 Perforaciones.

Excesiva intensidad de regulación.

Velocidad de soldadura lenta.

Electrodo demasiado grueso.

Distancia de bordes excesiva.

© Ediciones Paraninfo

11.2.5. Las máquinas Inverter

Un equipo Inverter es un aparato de soldadura en el que la regulación de la potencia de salida se realiza mediante un sistema de control electrónico, capaz de convertir la frecuencia de la red eléctrica de 50 Hz a una señal de frecuencias comprendidas normalmente entre los 20 000-50 000 Hz por medio de circuitos denominados inversores, dependiendo del tipo de equipo (Figura 11.48).

Figura 11.48. Máquina de soldadura Inverter.

El tamaño de un transformador, en general, depende de una serie de parámetros entre los cuales se encuentra la frecuencia de trabajo, que es inversamente proporcional al volumen de las bobinas y, por tanto, al tamaño y el peso del mismo. Trabajando a las frecuencias indicadas anteriormente, se consiguen reducciones de peso, entre cuatro y diez veces respecto a la dimensión convencional de la máquina.

Con la regulación electrónica de las máquinas Inverter se consiguen distintas ventajas:

- Los parámetros de salida pueden ajustarse con mayor exactitud y son mantenidos durante el proceso mediante sistemas de lectura y realimentación, por lo que se consigue una soldadura más estable.
- Las intensidades de trabajo mínimas llegan a alcanzar valores cercanos a 0 A, con lo cual y sumado a lo dicho anteriormente, son muy adecuados incluso para la soldadura TIG.
- El reducido peso de los equipos facilita su transporte y mejora el acceso a lugares elevados o de dimensiones reducidas.
- La eficiencia eléctrica suele estar comprendida entre el 70 y el 95 %, frente a valores próximos al 50 % de los equipos convencionales. Esto significa que:
  - El consumo de energía de la red se reduce prácticamente a la mitad.
  - Las intensidades absorbidas se reducen en más de un 40 %, lo cual permite la conexión de los equipos en instalaciones donde la energía contratada no es excesivamente elevada.

Las características funcionales más frecuentes de las máquinas Inverter son:

- **Factor de marcha elevado.** Permite un uso prolongado sin interrupciones por sobretemperatura.
- **Hot Start.** Una de las principales dificultades de la soldadura de electrodos revestidos es el cebado. Para facilitarlo, esta serie de equipos genera automáticamente un refuerzo de la corriente preseleccionada, cercano al 50 %. Esto hace que el arco se genere de una forma poderosa en el momento de tocar la pieza aumentando la temperatura de la zona a soldar, y mejorando la fusión inicial del electrodo.
- **Antipegado.** Si las condiciones del proceso (humedad, óxido, suciedad, etc.) provocan que el electrodo quede pegado a la pieza en el momento del cebado, la potencia de salida de la máquina se desconecta después de un segundo, con lo cual el electrodo, en ausencia de corriente eléctrica, se despega de la pieza con total facilidad, evitando ponerse al rojo, así como los tirones característicos en este caso.
- **Refuerzo del arco.** Durante la soldadura sobre piezas insuficientemente preparadas o en posiciones comprometidas, puede ser dificultoso mantener un arco estable, llegando incluso a extinguirse provocando recebados perjudiciales o dificultosos (debido al cráter del electrodo). Cuando el equipo detecta una disminución de la corriente durante la soldadura, el control actúa elevando la corriente hasta en un 80 % para evitar la extinción del arco.

Cuando un equipo de soldadura de electrodos revestidos es usado para realizar soldadura TIG, el soldador tiene que realizar la operación de cebado del arco mediante un movimiento muy rápido y preciso, que genere el rozamiento del electrodo sobre la pieza e inicie el arco. Este sistema requiere una cierta pericia, ya que en caso contrario, el electrodo queda pegado a la pieza, provocando una intensidad de elevado valor y el consiguiente deterioro del electrodo, esto es así por el elevado valor de la tensión de vacío del equipo.

Algunos fabricantes de equipos Inverter incorporan a sus equipos el sistema LIFT ARC, que funciona de la siguiente forma para resolver este problema: la tensión de vacío del equipo es reducida hasta un valor próximo a los 20 voltios, de modo que se puede realizar un contacto directo del electrodo sobre la pieza sin dar lugar a producir un cortocircuito brusco; durante el contacto, el equipo genera una corriente máxima de 4 amperios, incapaz de deteriorar el electrodo, pero suficiente para cebar el arco

© Ediciones Paraninfo

cuando el electrodo es separado levemente de la pieza. Este sistema evita costes innecesarios de tiempo y materiales, al mismo tiempo que aumenta la satisfacción del usuario y la calidad de la operación.

11.3. Soldadura por arco en protección gaseosa

Este es un proceso de unión por fusión que utiliza un arco eléctrico que se establece entre el extremo del electrodo y las piezas a soldar, protegiéndose de la acción del oxígeno, la humedad y el nitrógeno del aire ambiente mediante un flujo de gas distribuido alrededor del punto de fusión a una ligera presión. Además, estos gases facilitan la transferencia del material de aportación, ionizándose con mayor o menor facilidad, en función del gas utilizado, lo que permite una mayor o menor conductividad del arco (Figura 11.49).

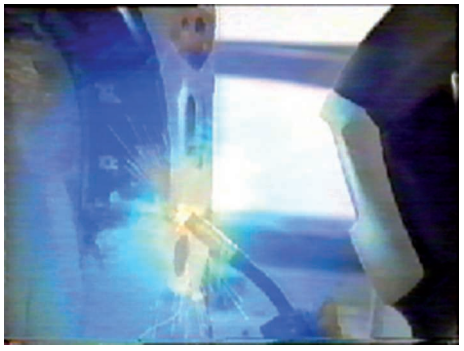


Figura 11.49. Soldadura con protección gaseosa.

Las principales ventajas de estos sistemas de soldadura son:

- Buena penetración.
- Fácil manejo.
- Facilita la automatización de la soldadura.
- Suelda cualquier tipo de material metálico y en cualquier posición.
- No produce escoria.
- Menor coste por metro de soldadura.

Los equipos de soldadura con gas de protección difieren entre sí principalmente por:

- La clase de electrodo:
  - Consumible o no.
- La naturaleza del gas de protección, que puede ser:
  - Inerte (argón, helio).
  - Activo (dióxido de carbono o mezcla).
- La naturaleza de la corriente:
  - Corriente continua (cc).
  - Corriente alterna (ca).

En la actualidad existen los siguientes sistemas de soldadura:

- Soldeo por arco con electrodo de wolframio; soldeo TIG (GTAW).
- Soldeo por arco con gas inerte; soldeo MIG (GMAW).
- Soldeo por arco con gas activo; soldeo MAG (GMAW).
- Soldeo por arco con alambre tubular (FCAW).

11.3.1. Soldadura MIG/MAG

En este procedimiento de soldadura, el calor necesario para fundir las piezas a soldar es generado por el arco eléctrico que se forma entre la pieza y el electrodo que se consume de modo continuo (Figura 11.50). El electrodo es un alambre que actúa simultáneamente como material de aportación, siendo alimentado automáticamente por medio de un motor de avance constante.

El baño de fusión se encuentra protegido de los gases atmosféricos bajo una campana de gas, cuya naturaleza varía en función del tipo de sistema, que puede ser:

- MIG.
- MAG.

Estos procesos de soldeo pueden ser automáticos (utilizados en las fábricas de carrocería o componentes) o manuales (denominados también semiautomáticos) y su correcta utilización conlleva las siguientes ventajas:

- Puede utilizarse para el soldeo de cualquier tipo de material.
- El material de aportación se incorpora de forma continua, evitando esfuerzos y tiempo al soldador y aumentado la velocidad de soldadura.
- La soldadura se puede realizar en cualquier posición.
- No se requiere eliminar la escoria como en la soldadura por arco y electrodo revestido (excepto FCAW).
- La zona y el período de tiempo a la que se somete la elevación de temperatura para el soldeo es reducida.

El método MIG (*Metal Inert Gas*) utiliza un gas inerte, normalmente argón (Ar), aunque también se utiliza el helio (He) o una mezcla de ambos. Este procedimiento se emplea sobre todo para soldar aceros inoxidables, cobre, aluminio, chapas galvanizadas y aleaciones ligeras, aunque permite soldar cualquier tipo de chapa.

El método MAG (*Metal Active Gas*) reemplaza el gas inerte de la soldadura MIG por gases protectores químí-

© Ediciones Paraninfo

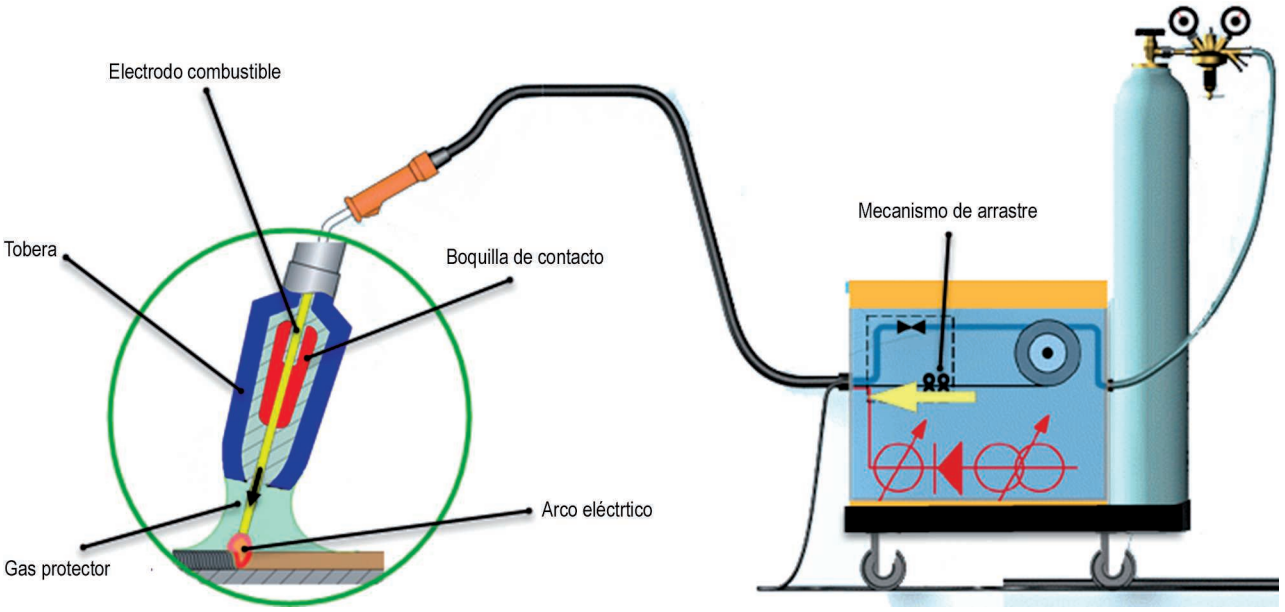


Figura 11.50. Soldadura MIG/MAG.

camente activos. Como gas protector se emplea el dióxido de carbono (CO_2), mezclas de argón y dióxido de carbono o mezcla de argón y oxígeno. El campo de aplicación de este sistema lo componen básicamente los aceros no aleados o de baja aleación.

El método FCAW es un método de soldadura en el que el electrodo es tubular (Figura 11.51). Se diferencia de los procedimientos anteriores en que el alambre es hueco y está relleno de fundente, que al fundirse por la acción del calor, deposita en la zona de fusión una capa fina de protección, que posteriormente hay que retirar.

Se utiliza para el soldeo de aceros al carbono, aceros de baja aleación, aceros inoxidables y fundiciones, y sobre todo en situaciones donde se prevé que la protección de los gases no pueda resultar suficiente, aunque existe la posibilidad de soldar con electrodo tubular sin utilizar gases de protección (ANSI/AWS 33.0).

Figura 11.51. Electrodo tubular.

Todos los sistemas descritos anteriormente pueden disponer en el panel control de unos programas denominados «sinérgicos» (Figura 11.52) que en función del material a soldar, del diámetro del electrodo, del espesor de la chapa y del gas utilizado, el equipo establece los parámetros adecuados para realizar una correcta soldadura. Este es un modelo de máquina que cada vez es más frecuente en el mercado combinándose con los transformadores Inverter descritos anteriormente.

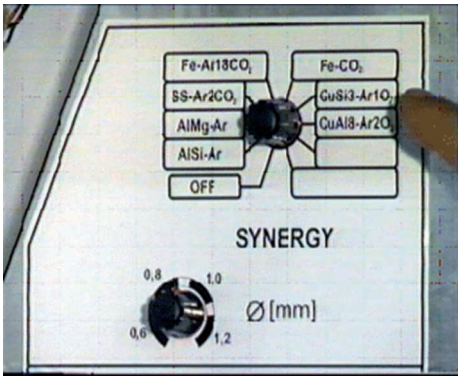


Figura 11.52. Máquina sinérgica.

Los elementos que componen el equipo son (Figura 11.53):

- Fuente de alimentación.
- Soplete.
- Manguera.
- Mandos de control.

© Ediciones Paraninfo

- Pinza de masa.
- Gas de protección.
- Manorreductor/caudalímetro.
- Electrodo consumible.
- Mecanismo de alimentación del alambre/electrodo.

Figura 11.53. Elementos de la MIG/MAG.

11.3.2. La fuente de alimentación

Este procedimiento de soldadura utiliza únicamente corriente continua (cc) con polaridad inversa, es decir, el electrodo conectado al polo positivo, y la pieza conectada al polo negativo. La fuente de energía es un transformador con rectificador en seco.

Consta de un transformador/rectificador de tensión constante, es decir que mantiene la tensión seleccionada (por regla general, la tensión en vacío varía entre 14 y 45 V). La intensidad de soldeo se controla con la velocidad de salida del hilo (normalmente inferior a 500 A) (Figura 11.54).

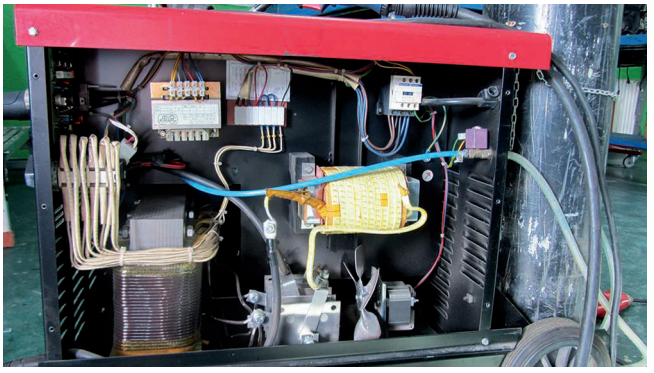


Figura 11.54. Fuente de alimentación.

Estas máquinas incorporan un sistema de autorregulación del arco (dentro de ciertos límites) que facilita la operación de soldeo, ya que en la práctica es imposible mantener de forma constante la distancia entre el soplete y las piezas a soldar, lo que provocaría una soldadura defectuosa de no incorporar esta función. Al iniciarse la soldadura, el alambre toca la pieza, produciéndose un cortocircuito de intensidad elevada, por lo que se funde el extremo del alambre y se establece un arco cuya longitud viene dada en función de la tensión a la que se ha regulado (Figura 11.55).

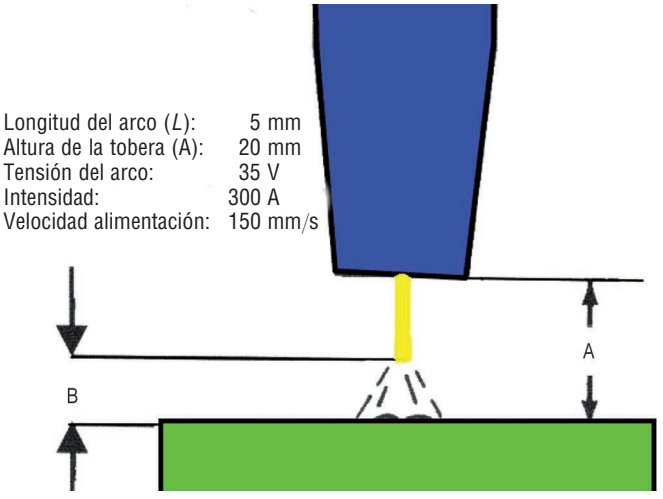


Figura 11.55. Autorregulación del arco.

Cuando el soplete se aleja de la pieza provoca un alargamiento del arco, aumentando la tensión y disminuyendo la intensidad de la corriente, produciéndose entonces una fusión más lenta. Sin embargo, como la velocidad de salida del hilo es constante, es decir, que sigue saliendo a la misma velocidad, sale más hilo del que se funde, provocando que la longitud del arco vuelva a su valor inicial (Figura 11.56).

Lo contrario ocurre cuando se acerca demasiado el soplete a las piezas a soldar, disminuyendo la tensión y aumentando la intensidad. Como el hilo sale a la misma

© Ediciones Paraninfo

velocidad y este se funde más rápido debido al aumento de la intensidad, la longitud del arco aumenta, volviendo a los valores preestablecidos (Figura 11.57).

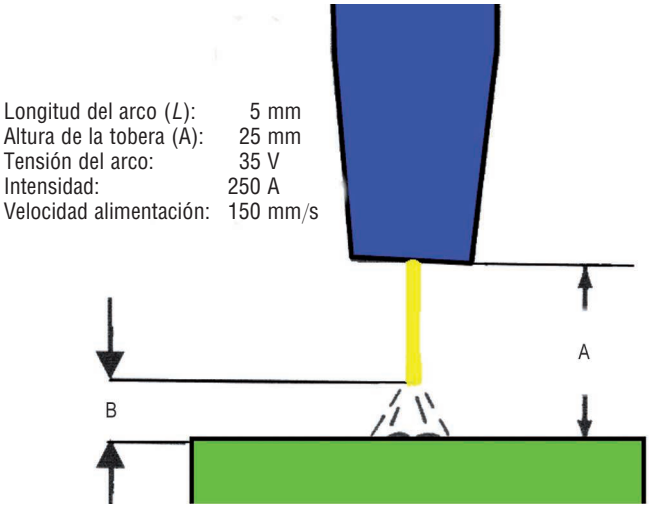


Figura 11.56. Autorregulación del arco.

Mecanismo de alimentación del alambre/electrodo

Los elementos que componen este mecanismo hacen que el alambre/electrodo salga de forma constante en función de los parámetros seleccionados. El mecanismo está compuesto por:

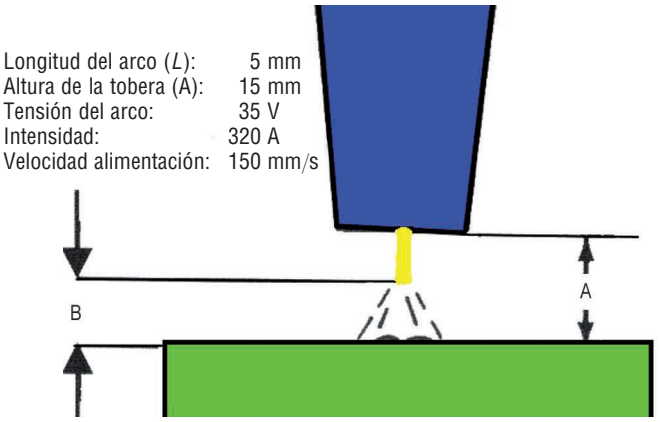


Figura 11.57. Autorregulación del arco.

- **La devanadora:** es el órgano que empuja el alambre hasta el tubo de contacto del soplete. Desempeña un papel muy importante, ya que la regularidad y la calidad de la soldadura dependen en gran medida de la llegada del metal de aportación. La componen un motor de velocidad constante, cuya regulación se realiza en función de la intensidad deseada. En el eje del motor está engranado un rodillo sobre el cual presiona otro rodillo que dispone de un bisel o acanaladura por donde se desplaza el alambre.

  Este bisel debe tener forma de «v» para los alambres de acero (Figura 11.58) y forma de «u» para

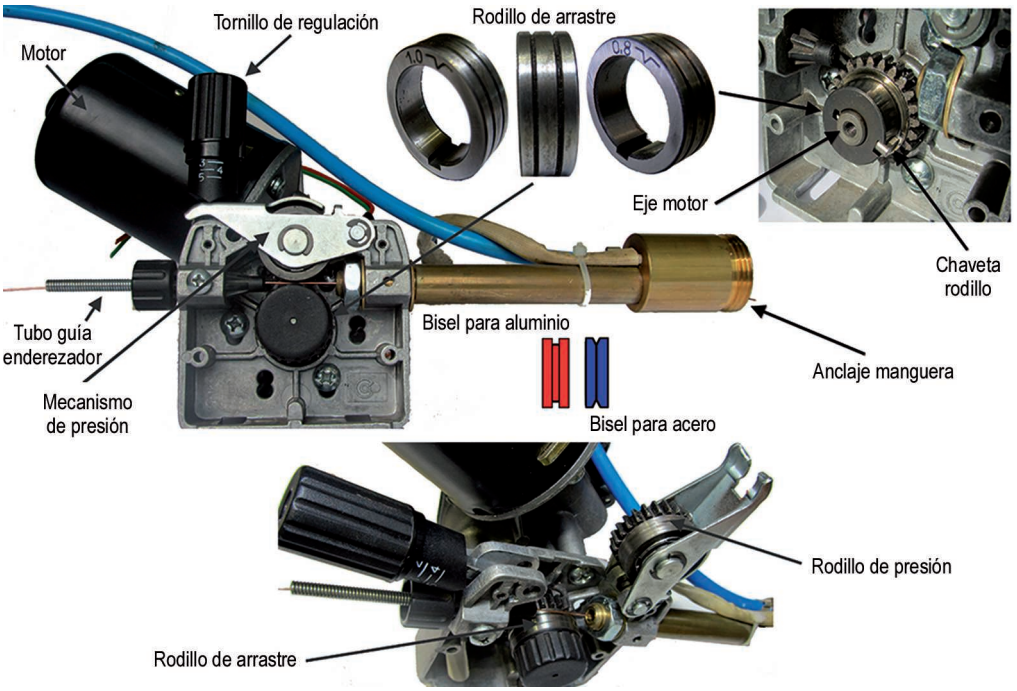


Figura 11.58. Elementos de la devanadora.

© Ediciones Paraninfo

los alambres de aluminio. Cada bisel se utiliza para un diámetro determinado, que viene marcado en el rodillo. La presión que ejerce un rodillo sobre otro se regula manualmente mediante un mecanismo que es presionado por un muelle que se regula a través de un tornillo. En algunos modelos existe un doble rodillo de empuje (Figura 11.59) para mejorar el empuje del alambre.

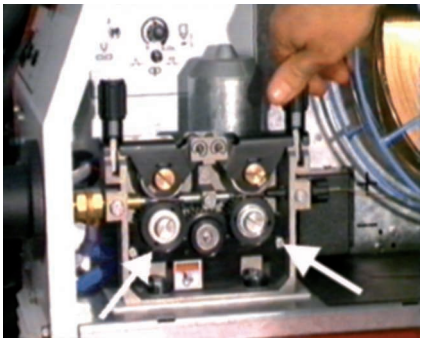


Figura 11.59. Devanadora de doble rodillo.

- **El portabobina:** en este elemento se acopla la bobina de alambre con el fin de controlar su desarrollo. Lleva incorporado un freno ajustable según el peso de la bobina.
- **Las roldanas enderezadoras:** al salir de la bobina, el alambre conserva, a causa de su rigidez, cierta curvatura que es conveniente hacer desaparecer para reducir el frotamiento contra los demás órganos. Por ello el alambre es enderezado mediante estas roldanas o a través de un tubo guía enderezador.

Instalación del alambre electrodo

La instalación del alambre electrodo se realiza de la siguiente forma:

- Instalar la bobina del electrodo-alambre.
- Aflojar el tornillo que regula la presión de los rodillos y separarlos.
- Cerciorarse de que el diámetro y el bisel del electrodo son los adecuados para el perfil de los rodillos.
- Hacer pasar el alambre a través de las roldanas enderezadoras o del tubo guía enderezador (según máquina), e introducirlo en la sirga unos 30 cm (Figura 11.60).

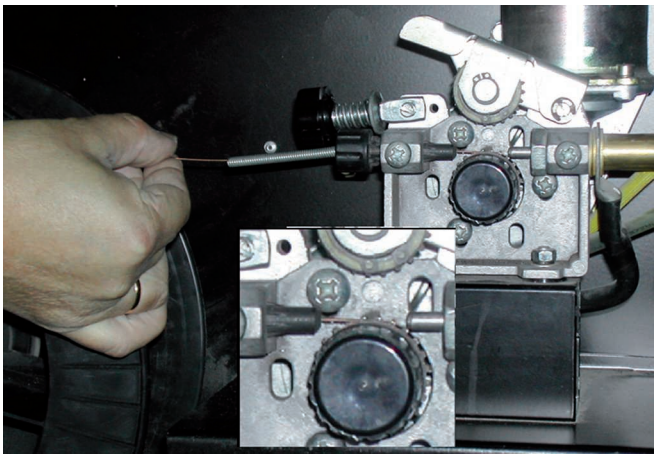


Figura 11.60. Introducir el alambre en el tubo enderezador.

- Introducir el electrodo en el bisel del rodillo (Figura 11.61).

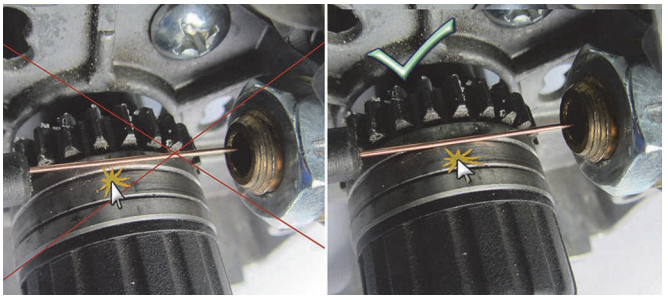


Figura 11.61. Introducir alambre en el bisel del rodillo.

- Para regular correctamente la presión de los rodillos, sujetar el hilo con los dedos a la salida de la tobera, realizando una presión moderada.
- Si los rodillos patinan, aumentar la presión de los rodillos hasta que sea difícil detener el avance del hilo (Figura 11.62).

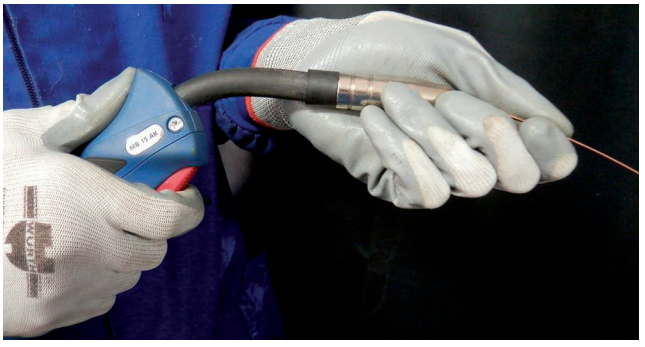


Figura 11.62. Detener el avance de la salida del hilo.

© Ediciones Paraninfo

- Al detener totalmente el hilo, los rodillos deben patinar sobre el hilo, de lo contrario, significaría que hay una excesiva presión entre los rodillos y puede provocar que el hilo se arrolle a la salida, antes de entrar en la sirga (Figura 11.63).

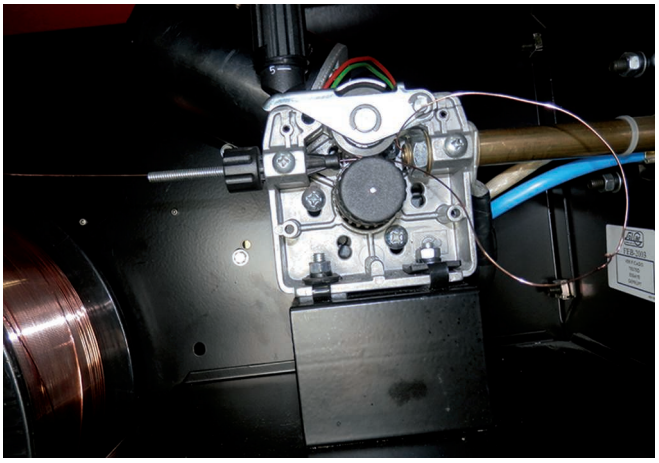


Figura 11.63. Hilo enrollado por exceso de apriete.

- Ajustar la presión a través del tornillo regulador hasta que el electrodo se desplace por la sirga sin que patine en los rodillos (Figura 11.64).
- Hacer avanzar al electrodo hasta que sobrepase la tobera unos 10 ± 5 mm. Si el electrodo sobresale más, cortarlo con unos alicates a esas medidas (Figura 11.65).

Figura 11.64. Regular la presión de los rodillos.

- Si la presión es excesiva, el electrodo se deformará, creando un efecto de espiral que puede provocar que se quede atascado en la sirga.
- Si la presión es escasa, los rodillos patinarán sobre el electrodo y no avanzará por la sirga.

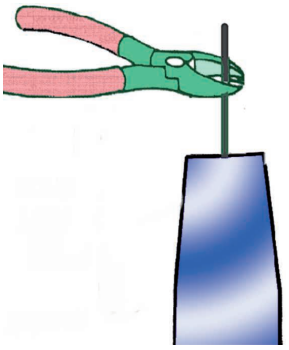


Figura 11.65. Cortar el alambre entre 10-15 mm de la tobera.

- Ajustar la presión del portabobina utilizando el mecanismo que se encuentra en el interior de este (Figura 11.66), con el fin de que el alambre no quede suelto.

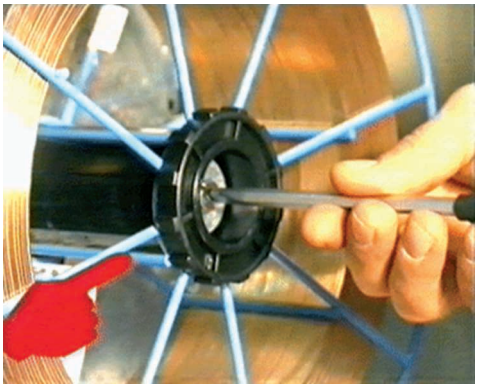


Figura 11.66. Ajustar la presión de la bobina.

- Mientras más se apriete este mecanismo, más esfuerzo se tendrá que realizar para girar la bobina y más tenso quedará el alambre. La tensión idónea es la que permite que la última vuelta de la bobina quede un poco destensada (Figura 11.67).

Figura 11.67. Comprobar la tensión de la bobina.

© Ediciones Paraninfo

11.3.3. Sopletes y pistolas

El soplete y la pistola son los elementos que empuña el soldador para situar el material de aportación a una distancia conveniente para soldar (Figura 11.68).

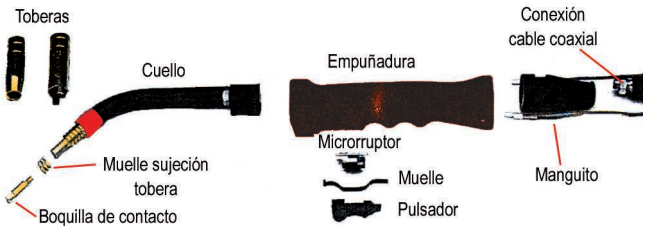


Figura 11.68. Elementos del soplete MIG/MAG.

Se denominan sopletes a los aparatos provistos de un cuello de cisne, donde el alambre sufre un cambio de dirección antes de penetrar en el tubo contacto, también se le denomina antorcha.

En cambio, en la pistola, el alambre llega rectilíneo y se sostiene por una culata fijada en el cuerpo del instrumento.

Tanto la pistola como el soplete se encuentran compuestos por los siguientes elementos:

- **Empuñadura:** en su interior se encuentra alojado el microrruptor.
- **Cuello:** normalmente va unido a la empuñadura mediante una zona roscada.
- **Muelle sujeción tobera:** es un pequeño muelle que se aloja en el cuello, en el extremo opuesto a la empuñadura.
- **Pulsador, muelle, microrruptor:** es el interruptor de mando que apaga o establece el arco eléctrico.
- **Tubo de contacto:** es el encargado de transmitir la corriente de soldadura al alambre, por contacto deslizante. Se trata de un bloque cilíndrico de cobre rojo con hueco central calibrado. Cada diámetro de alambre requiere un tubo de contacto diferente (Figura 11.69). En el caso de que el tubo de contacto sea de un diámetro mayor que el electrodo, se producirá un mal contacto eléctrico entre el electrodo y el tubo de contacto, produciéndose una soldadura deficiente (Figura 11.70).

  El orificio de la boquilla de contacto siempre ha de estar en perfecto estado, debiendo sustituirlo si tuviera desgaste o estuviera atascado.

  La identificación de cada tubo de contacto se realiza a través del número que tiene grabado en su exterior, que debe corresponderse con el diámetro del material de aportación a utilizar.

Figura 11.69. Identificación del tubo de contacto.

Figura 11.70. Tubo de contacto erróneo.

- **Tobera:** es una boquilla que canaliza el gas, que se encuentra rodeando al tubo de contacto (Figura 11.71). Esta boquilla debe estar siempre limpia para evitar la formación de turbulencias de gas, y debe estar perfectamente centrada, sin holgura y sujeta por el muelle. Para desmontar o montar la tobera, hay que girarla en el sentido de las agujas del reloj y realizar presión hacia dentro o hacia fuera, según se quiera quitar o poner. Nunca hay que girar en sentido contrario, porque puede dar a lugar a que se abra el muelle de sujeción, y se oprima sobre las paredes de la tobera, dificultando su desmontaje.

11.3.4. Manorreductor y caudalímetro

Es el aparato, que situado a la salida de la botella, tiene como misión reducir la presión de almacenamiento a la presión que se precisa para la soldadura (de 150 kg/cm^2 a

© Ediciones Paraninfo

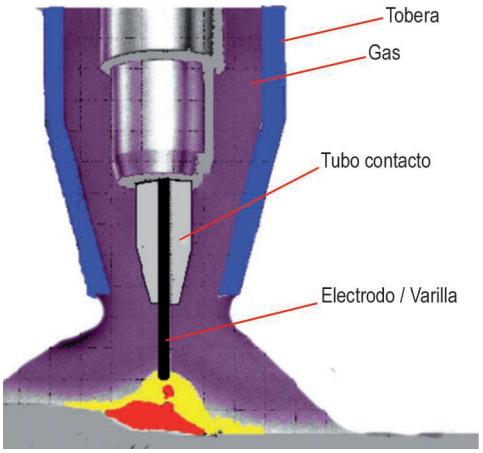


Figura 11.71. **Elementos del interior de la tobera.**

unos 2 kg/cm^2). Está compuesto por un manómetro cuya función es la de indicar la presión existente en la botella (indicador más cercano a la botella) y un caudalímetro, que controla el caudal de gas necesario para el soldeo en litros por minuto.

La regulación del caudal es muy importante, ya que de ello depende la protección de la fusión. Con poco caudal se tiene poca protección, pero con un caudal alto, se forma un torbellino y arrastra al aire ambiente dentro de la zona de protección y, por tanto, también contamina la soldadura (Figura 11.72).

Actualmente existe un nuevo sistema donde el caudalímetro es fijo, es decir no se puede regular, y viene tarado para suministrar un determinado caudal, de tal forma que, si se cambia el diámetro del hilo, se ha de cambiar el caudalímetro con otro caudal distinto.

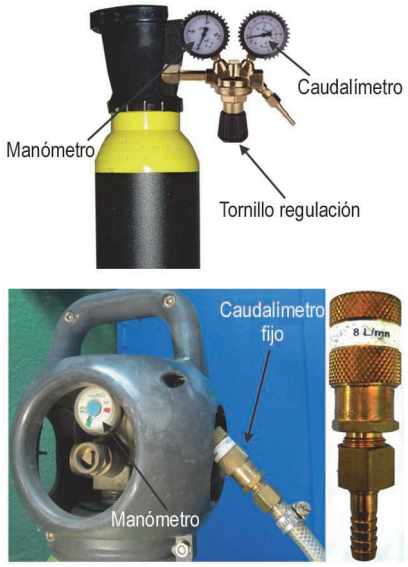


Figura 11.72. **Caudalímetro.**

11.3.5. Pinza de masa

Es la encargada de hacer que se cierre el circuito. Debe conectarse lo más cerca posible a la zona de soldadura para evitar caídas de tensión.

11.3.6. Manguera

Está constituida por un haz de cables y tubos que unen la máquina y el soplete (Figura 11.73). En su interior se encuentra:

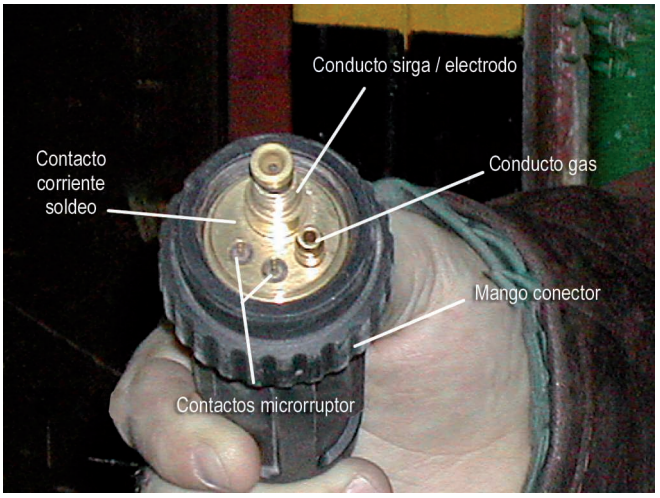


Figura 11.73. **Contacto de la manguera.**

- El cable de llegada de la corriente de soldadura.
- El tubo de llegada del gas.
- La llegada y el retorno del fluido de refrigeración (si lo hay).
- El cable de mando de la devanadera (marcha-paro).
- Tubo guía o sirga.

  Todo ello envuelto por una cubierta flexible formada por varias capas aislantes concéntricas.

  Su longitud puede ser muy variable, en función del trabajo que se ha de realizar y del tipo de arrastre que utilice, aunque para la soldadura de aluminio es conveniente que no supere una longitud de 1,5 m.
- Tubo guía o sirga: llamado también funda, es el conducto por donde se desplaza el alambre. Normalmente será de acero en espiral, para alambres de aceros, y de teflón o nailon, para el material de aportación de aluminio, acero inoxidable y cobre con silicio (Figura 11.74).

  En el caso de tener que cambiar la sirga hay que tener en cuenta que se suministra con una dimensión superior que la manguera.

© Ediciones Paraninfo

Figura 11.74. **Tubo guía o sirga.**

Para su sustitución hay que proceder de la siguiente forma:

– Observar si la cabeza de la sirga es de plástico o metálica. En el caso de ser metálica, asegurarse de que lleva incorporada una junta de estanqueidad (Figura 11.75).

Figura 11.75. **Identificación de la sirga.**

– Introducir la sirga por el interior de la manguera.
– Colocar completamente recta la manguera y marcar la sirga unos 3 mm más largo que el extremo de la manguera (Figura 11.76).
– Extraer la sirga de la manguera y cortar por la marca realizada, utilizar un útil que no deje rebabas donde se pudiera quedar enganchado el electrodo.
– Montar la sirga en la manguera y montar el tubo de contacto. Observar que no queda hueco entre la sirga y el tubo de contacto, o que se ha cortado en exceso la sirga y cuesta mucho trabajo montar el tubo de contacto (Figura 11.77).

Figura 11.76. **Marcar la sirga.**

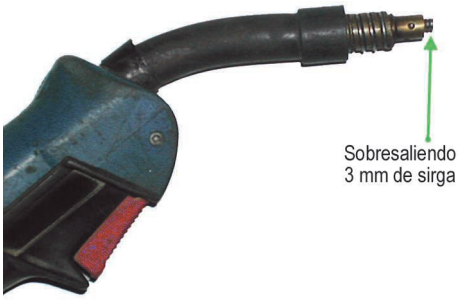


Figura 11.77. **Comprobar la longitud de la sirga.**

11.3.7. Mando de control

Los mandos de control dependen del tipo de máquina que se utilice y del fabricante de la misma, no obstante tienen determinadas similitudes unas con otras, a continuación desarrollamos los mandos de un modelo en concreto que puede servir de ejemplo (Figura 11.78) y que comentamos en la Tabla 11.5.

Figura 11.78. **Mando de control de máquina MIG/MAG.**

© Ediciones Paraninfo

Tabla 11.5. Utilización de cada mando

A	**LED de Hold amarillo.** Señala que la corriente visualizada por el display **G** es la utilizada realmente en soldadura. Se activa al final de cada soldadura.
B	**Manecilla de regulación de la velocidad del hilo.** Moviendo esta manecilla: • Cuando se utilizan los programas convencionales, el display G visualiza la velocidad en metros por minuto. • Cuando se utilizan los programas sinérgicos (pulsados o convencionales) el display G visualiza la corriente con la que se realizará la soldadura. • Cuando se utilizan los programas sinérgicos pulsados, el display Q visualiza, durante aproximadamente 2 segundos, el espesor aconsejado relativo a la corriente que se está programando; después vuelve a visualizar el número del programa de soldadura elegido.
C	**LED color verde.** Señala la activación del modo de soldadura por puntos o a intermitencia cuando está encendido junto al led **M**.
D	**Manecilla de regulación del tiempo de soldadura.** Esta manecilla regula el tiempo de soldadura por puntos o de trabajo durante la soldadura a intermitencia.
E	**Se conecta la antorcha de soldadura.**
F	**Toma para la conexión del cable de masa.**
G	**Display 3 cifras** Este display visualiza: • Durante la elección de los programas sinérgicos (pulsador **R**), el tipo de material correspondiente al programa elegido (FE = Hierro, AL = Aluminio, SS = Acero inoxidable). • En los programas convencionales, antes de soldar, la velocidad del hilo y después de la soldadura, la corriente. • En los programas sinérgicos, antes de soldar, la velocidad o la corriente preprogramada, y después de la soldadura, la corriente realmente utilizada. • En los programas convencionales y sinérgicos, pulsados y convencionales, las variaciones de la longitud de arco (manecilla **I**) y las variaciones de impedancia (manecilla **P**) con respecto a la posición aconsejada de cero. • Distintas siglas informando sobre el estado de la máquina.
H	**LED verde.** Señala que el programa utilizado para la soldadura es pulsado sinérgico.
I	**Manecilla de regulación de tensión.** En los programas convencionales varía la tensión de soldadura. Regulación de 1 a 10. En los programas sinérgicos y pulsados sinérgicos, el índice de esta manecilla deberá estar situado en el símbolo «SYNERGIC» en el centro de la regulación; este símbolo representa la regulación aconsejada por el constructor. Con esta manecilla se podrá corregir el valor de la longitud de arco. La variación de esta medida, en positivo o en negativo respecto a la regulación «SYNERGIC», viene visualizada en el display **G** que pasados 2 segundos desde la última corrección visualizará la medida precedente.
L	**LED color verde.** Señala la activación del modo de soldadura en continuo.
M	**LED color verde.** Señala la activación del modo de soldadura a intermitencia. Se enciende junto al led **C**.
N	**Manecilla de regulación del tiempo de pausa entre dos períodos de soldadura.**
O	**Tecla.** La presión y la suelta de esta tecla modifica, aumentándolo, el valor numérico del display **Q**. Presionado, junto a la tecla **R**, permite la selección de las funciones de servicio y de las memorias y sirve para memorizar los programas.
P	**Manecilla de regulación de impedancia** En los programas convencionales regulación de la impedancia del 1 a 10. Para cada programa sinérgico el valor optimizado corresponde a la posición 0. La máquina regula automáticamente el correcto valor de impedancia dependiendo del programa seleccionado. El operador puede corregir el valor programado y regulando el potenciómetro hacia el + obtendrá soldaduras más calientes y menos penetrantes, viceversa regulando hacia el − obtendrá soldaduras más frías y más penetrantes. La variación en + o en − respecto al 0 central, soldando con un programa sinérgico, podría requerir una corrección de la tensión de trabajo con el potenciómetro **I**. La variación viene visualizada en el display **G**, que pasados 2 segundos desde la última corrección visualizará la medida precedente.
Q	**Display a 2 cifras.** Este display visualiza: el número de programa seleccionado durante 2 segundos.
R	**Tecla.** La presión y la suelta de esta tecla modifica, disminuyendo, el valor numérico del display **Q**. Presionados, junto a la tecla **O**, permite la selección de las funciones de servicio y de las memorias.
S	**Conector eléctrico de la antorcha.**

© Ediciones Paraninfo

11.3.8. Gases de protección

La soldadura por arco con protección gaseosa utiliza principalmente dos tipos de gases.

- Gases activos.
- Gases inertes.

La elección del gas a utilizar siempre se realizará en función de la composición de los materiales a unir y de los requerimientos de la operación, siguiendo las recomendaciones del fabricante del gas, ya que cada gas hace que los cordones de soldadura tengan determinadas propiedades.

Gases activos

Una mezcla de gases es activa cuando todos o alguno de sus componentes son activos aunque los demás estén clasificados como inertes. En la actualidad continuamente se están realizando pruebas para desarrollar mezclas de gases que mejoren las características de la soldadura en función del material de las piezas a unir. Cada distribuidor/fabricante de gas comercializa los gases bajo denominaciones diferentes, como: Protonic, Atal, C-15, Herlac, Protar, Arcarox, etc. Los gases utilizados son el dióxido de carbono (CO_2), el oxígeno (O_2) y el argón (Ar). Para soldaduras especiales se utiliza en la mezcla el hidrógeno y el nitrógeno (Figura 11.79).

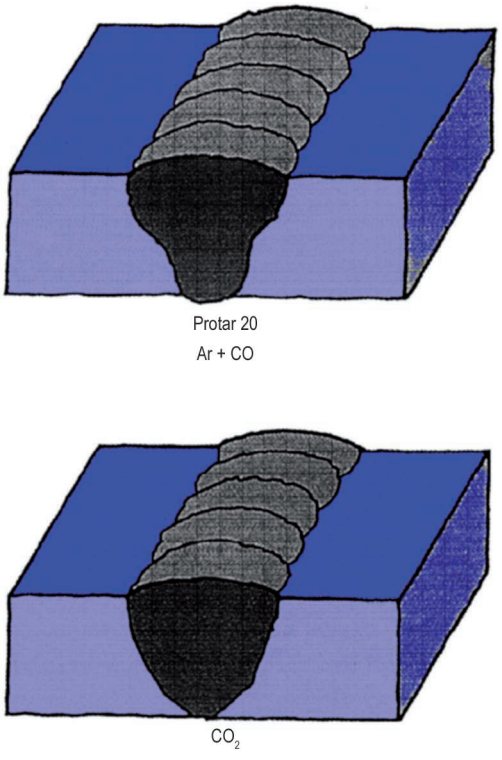


Figura 11.79. **Gases activos.**

El **dióxido de carbono** es un gas no combustible, incoloro, inodoro y de sabor ácido. Se produce por diversos procesos como la combustión del carbón, fuelóil o gas natural en exceso de oxígeno. La atmósfera lo contiene de 3 a 4 partes por cada 10 000, aunque va aumentando progresivamente.

El dióxido de carbono al 100 % se emplea solamente con los aceros al carbono, obteniéndose una penetración profunda y estrecha, que en determinadas operaciones aumenta el riesgo de fisuras y produce muchas salpicaduras.

Se suministra en recipientes de acero de 50 litros, comprimido a una presión de 150 atmósferas.

Para su identificación la ojiva es de color gris.

(Las características del oxígeno ya se expusieron en la soldadura oxiciatilénica.)

Gases inertes

Son un tipo de gases protectores que no deben formar enlaces químicos con los componentes del material de soldadura y deben proteger al electrodo y al baño de fusión de la acción perjudicial del oxígeno y nitrógeno del aire, evitando su contacto directo con el metal en fusión.

Esta función solo la realizan los conocidos como gases nobles, entre los que se encuentran: el helio, el argón, el neón y el criptón. En la industria del automóvil los gases más utilizados son: el argón y el helio, o una mezcla de ambos.

El **argón** es un gas que en condiciones normales es incoloro, inodoro e inerte y se encuentra en la atmósfera en proporciones del 0,93 %. Su obtención industrial se lleva a cabo por destilación fraccionada del aire líquido y se suministra en recipientes de acero, envasado en estado gaseoso y comprimido para almacenar grandes cantidades en un reducido espacio. En una botella de 50 litros se almacenan 7500 litros de gas sometido a una presión de 150 atmósferas.

Para su identificación la parte superior de la botella (ojiva) va pintada de color amarillo.

En su estado tanto líquido como gaseoso no es corrosivo, ni inflamable, ni tóxico. El riesgo más importante, debido a la utilización del argón, es el de asfixia, que se produce por el desplazamiento del oxígeno del aire de la atmósfera. Cuando el argón líquido se evapora, produce un vapor frío, más pesado que el aire, y tiende a acumularse en los puntos más bajos del suelo. La existencia de este gas, así como la falta de oxígeno no es detectado por nuestros sentidos. Respirar una atmósfera de argón puro produce la pérdida inmediata del conocimiento y un alto riesgo de muerte.

El contacto con el argón líquido y sus vapores fríos puede producir efectos similares a las quemaduras.

© Ediciones Paraninfo

El **helio** es un gas inodoro, incoloro e insípido, que se obtiene a partir del gas natural. El potencial de ionización del helio es mayor que el del argón, produciéndose por tanto más energía. Por ello se utiliza para materiales más gruesos o metales con alta conductividad térmica, tales como el cobre. Por otro lado, es menos adecuado para soldar chapas finas, pues se taladran fácilmente.

Para su identificación la parte superior de la botella (ojiva) va pintada de color marrón

Identificación de las botellas que contienen los gases

La identificación del contenido de las botellas de soldadura se realiza mediante la etiqueta de banana que deben tener en la ojiva (Figura 11.80) donde se indican las frases de riesgos y seguridad, así como recomendaciones de uso, pictogramas de peligro y composición del gas envasado (Figura 11.81).

Figura 11.80. Etiqueta de identificación.

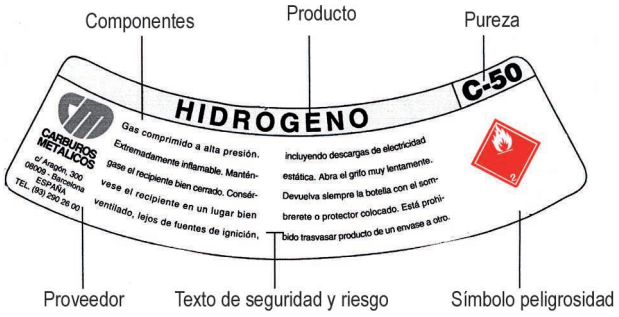


Figura 11.81. Elementos de la etiqueta de identificación.

El color de la ojiva solo debe servir como una primera información complementaria de los gases que contiene la botella y solo indica los peligros asociados con el producto (Figura 11.82). Los colores son los que están representados en la siguiente tabla.

Actualmente el color del cuerpo de la botella no identifica el gas que contiene y cada fabricante puede poner el suyo, siempre que no lleve a confusión de identificación.

Figura 11.82. Color de la ojiva según la peligrosidad del gas que contenga.

Actualmente existen dos normas distintas para definir los colores de las ojivas, la que hasta la fecha se utilizaba y las que están actualmente en vigor, pero como ambas normas convivirán cinco años, en la Figura 11.83 se exponen los gases más habituales en la reparación de la carrocería. Las botellas con los nuevos colores llevan una «N» en la ojiva para diferenciarlas de la norma antigua. El marcaje de esta letra es transitorio mientras conviven ambas normas.

Color ojiva	Antes	Actual
Argón	Amarillo	Verde oscuro
Acetileno	Marrón	Marrón teja
Oxígeno	Blanco	Blanco
Nitrógeno	Negro	Negro
Dióxido de carbono	Gris	Gris
Helio	Marrón	Marrón

Figura 11.83. Identificación de los gases según la norma saliente y actual.

En las botellas que contienen mezcla de gases el color de la ojiva es el que aparece en la Figura 11.84.

© Ediciones Paraninfo

Mezclas tóxicas llevarán	Amarillo
Mezclas inflamables llevarán	Rojo
Mezclas oxidantes llevarán	Azul claro
Mezclas inertes llevarán	Verde intenso

Figura 11.84. Identificación de botella con más de un gas.

Algunas botellas tienen, además de los colores que identifican a los gases, un punto azul en la parte superior, que indica que se trata de una botella con sonda o espadín que montan determinados fabricantes para que los gases se mezclen mejor (Figura 11.85).

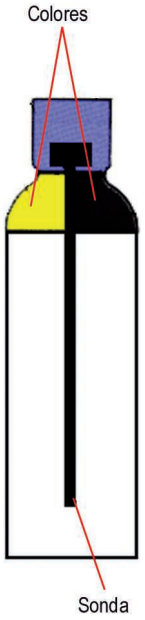
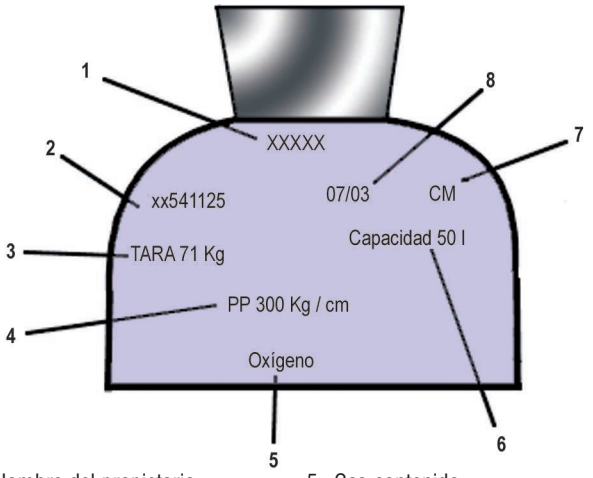


Figura 11.85. Botella con sonda.

También en la ojiva llevan grabadas unas marcas que identifican al fabricante, el producto y las características del envasado (Figura 11.86).



1. Nombre del propietario.
2. N.º fabricación.
3. Peso en kg.
4. Presión de prueba hidráulica.
5. Gas contenido.
6. Capacidad en litros.
7. Contraste de identidad de quien realizó la prueba.
8. Fecha prueba hidráulica.

Figura 11.86. Marcaje de identificación de la ojiva.

Ficha de seguridad de las botellas

Todas las botellas de gases tienen su ficha de seguridad donde se detalla de forma minuciosa todas las características de los gases así como las normas de seguridad a respetar.

11.3.9. El alambre electrodo

Debe ser de la misma naturaleza que las piezas a soldar. Su utilización en carrocería consiste en soldar acero dulce esencialmente. El alambre de acero debe ser de un tipo cuya composición se aproxime a la de las chapas empleadas en carrocería con pequeñas adiciones para compensar las pérdidas que se producen en el soldeo. En la actualidad las chapas de las carrocerías están recubiertas por una capa de cinc para evitar que sean atacadas por agentes externos que favorezcan la corrosión, este hecho provoca que en las reparaciones el cinc se evapore y las chapas queden desprotegidas por la zona de soldadura. Para evitar este problema, existen en el mercado alambres/electrodos compuestos de cobre-silicio que dañan poco la protección de las chapas, produciendo pocos humos y por tanto poca evaporación de cinc. Este método se denomina MIG BRAZING, y más adelante se detalla su utilización.

Se suministran en bobinas (Figura 11.87), siendo las más corrientes las que contienen 15 kg, aunque existen bobinas más pequeñas. El alambre consumible viene con un recubrimiento de cobre para evitar su corrosión, mejorar el contacto eléctrico y disminuir el rozamiento en su recorrido por la sirga.

© Ediciones Paraninfo

Figura 11.87. **Bobina del alambre electrodo.**

Al igual que para los electrodos revestidos, existen varios diámetros de alambre que se utilizan en función del espesor de la pieza a soldar. En la reparación de carrocerías se utiliza un diámetro de 0,6 o 0,8 mm. Pero hay mayores, para equipos más potentes. Cuando se cambie un electrodo por otro de más o menos diámetro, hay que cambiar también el tubo de contacto y el rodillo de arrastre.

La transferencia del metal de aportación, es decir, la fusión del alambre electrodo se puede hacer siguiendo distintos regímenes:

- En cortocircuito.
- En espray.
- Por arco pulsado.

Transferencia por cortocircuito o arco corto

Consiste en la formación de una gota en el extremo del hilo que se va alargando, mientras que en la pieza se va rompiendo la capa de óxido (Figura 11.88). Cuando el electrodo toca la pieza se forma un cortocircuito (1), lo que hace que la intensidad aumente y como consecuencia las fuerzas axiales provocan la formación de un cuello de botella (2), y siguen actuando hasta que se rompe el cuello de la gota que se ha formado y pasa al baño de fusión (3), interrumpiéndose el cortocircuito, al perder el contacto con la pieza (4), pero como el avance es automático, el alambre vuelve a salir y se repite el proceso. En definitiva es la sucesión de diversos cortocircuitos.

Se emplea para chapas de espesores pequeños y por tanto es la más usada en carrocería, utilizándose alambre de poco diámetro (0,8). Resulta ideal para soldaduras verticales, cornisas y bajos techos. Los parámetros utilizados suelen ser de 16 a 22 V y una intensidad de 50 a 150 A. El tubo de contacto se debe encontrar a ras de la tobera o sobresaliendo de esta un poco, y la distancia entre el tubo de contacto y la pieza debe ser aproximadamente de unos 15 mm. Este tipo de transferencia se reconoce fácilmente porque suena con un zumbido constante (similar al ruido de una moto).

Transferencia por espray o arco largo

Se emplea para recargues y todas las soldaduras en posición horizontal de chapas de 3 mm o superior. Utiliza una tensión de 20 a 35 V y una intensidad de 70 a 255 A.

El tubo de contacto se mantiene a una distancia entre 3 y 6 mm del borde de la tobera (Figura 11.89), encontrándose esta a unos 15 mm de la pieza. El hilo se funde goteando y formando una nube brillante de pequeñas gotas metálicas.

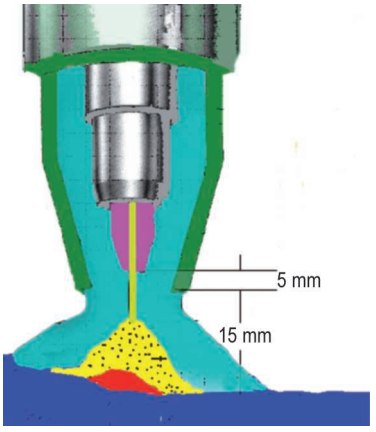


Figura 11.89. **Transferencia en espray.**

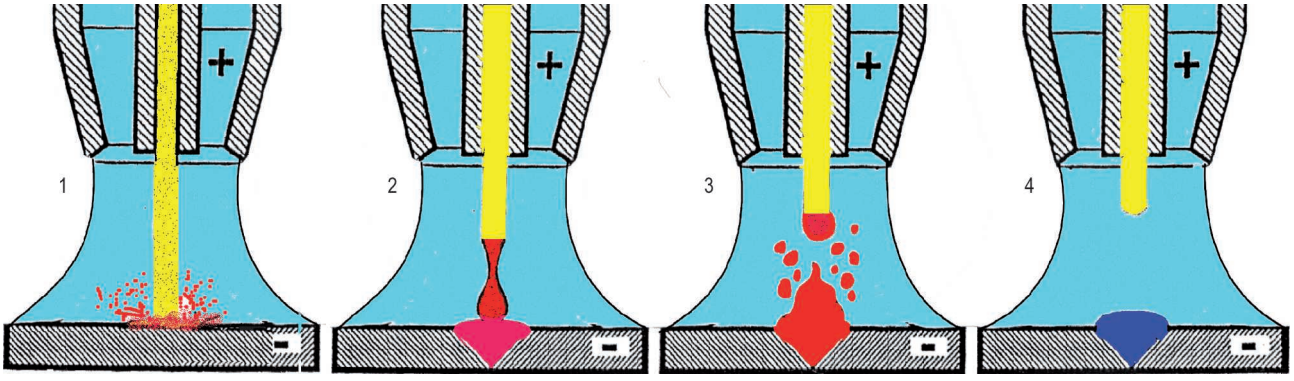


Figura 11.88. **Transferencia en cortocircuito.**

© Ediciones Paraninfo

Transferencia por arco pulsado

Este tipo de transferencia lo realizan las máquinas de soldadura que tienen la fuente de alimentación conectada a un equipo electrónico regulable (Figura 11.90). Consiste en mantener una corriente constante durante todo el proceso de soldadura que precalienta el electrodo que va saliendo por el tubo de contacto y, a intervalos regularmente espaciados (aproximadamente 1,0-2,5 m) y establecidos previamente, se le suman unos impulsos de mayor intensidad. Cada impulso es ajustable en potencia y tiempo, de esta forma se consigue una transmisión muy controlada de las gotas de material de aportación, sin cortocircuito y prácticamente sin salpicadura.

Figura 11.90. **Máquina para transferencia por arco pulsado.**

Este tipo de transferencia reduce el calor aplicado a las piezas, produciendo menos deformaciones y menos proyecciones, pudiéndose aplicar a piezas de pequeño espesor.

Otras transferencias

Cuando la gota que se forma en el electrodo es excesivamente grande se le denomina «transferencia globular». Este tipo de transferencia no tiene aplicación en la reparación de la carrocería, porque produce poca penetración y cordones muy abultados.

11.3.10. Parámetros condicionantes de la soldadura

Para conseguir una soldadura de calidad, debemos tener en cuenta los siguientes parámetros.

- Diámetro del hilo.
- Caudal del gas.
- Polaridad de la corriente.
- Velocidad de avance.
- Tensión.
- Intensidad.
- Distancia entre el tubo de contacto y la pieza a soldar.
- Velocidad de soldadura.

Diámetro del hilo

Los más utilizados en carrocería son de 0,6 y 0,8 mm para chapas de aceros, y de un diámetro superior para chapas de aluminio, pudiendo ser hasta de 1,2 mm.

Caudal del gas

En condiciones normales y como referencia, el caudal del gas debe ser aproximadamente diez veces el diámetro del material de aportación, es decir que utilizando una varilla de 0,8 mm se deberá ajustar un caudal de unos 8 l/min.

El material aportado siempre debe quedar con un aspecto brillante. Si su color es gris oscuro, es síntoma de que el metal no está protegido, bien porque tiene demasiado caudal y provocamos torbellinos originando zonas de absorción de aire, o porque el caudal es escaso.

Polaridad de la corriente

Siempre será corriente continua de polaridad inversa (el positivo al electrodo y el negativo a la pieza).

Velocidad de avance

Hace referencia a la velocidad a la que sale el alambre por la boquilla, oscilando por lo general, entre 2 y 15 m/min. La velocidad se regula en el equipo, teniendo en cuenta que:

- A grandes velocidades, corresponden grandes intensidades.
- A pequeñas velocidades, corresponden intensidades pequeñas.

Un sonido regular indica una correcta regulación.

Si la velocidad es demasiado baja, el sonido se hace menos regular, y se desprende una luz más brillante, de-

© Ediciones Paraninfo

bido a que el electrodo no llega a la pieza y por tanto el arco es más alto.

Si la velocidad es demasiado alta, el arco casi se extingue, salpicando pequeñas proyecciones de material y el sonido tampoco es regular.

La intensidad determina la profundidad de la penetración. A medida que se aumenta la intensidad, se incrementa la profundidad de penetración, la altura y la anchura del cordón.

Tensión

Se regula mediante los conmutadores de la fuente de corriente. Se selecciona en función de las chapas a soldar y del modo de transferencia del electrodo.

Regular la tensión adecuadamente significa establecer un arco eléctrico correcto.

La tensión de soldadura es un parámetro que está muy relacionado con la intensidad, que a su vez está relacionada con el diámetro del electrodo que se ha de utilizar en función de la composición del material y su grosor.

Con una tensión elevada, la longitud del arco aumenta, la soldadura se hace poco homogénea y la penetración es poco profunda (Figura 11.91).

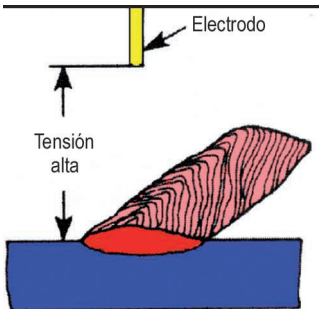


Figura 11.91. **Tensión alta.**

Con una tensión escasa, la longitud del arco disminuye drásticamente, la penetración aumenta respecto a una tensión elevada, pero la soldadura se hace estrecha y poco homogénea (Figura 11.92).

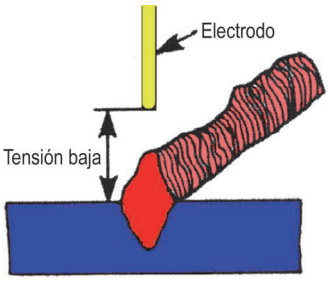
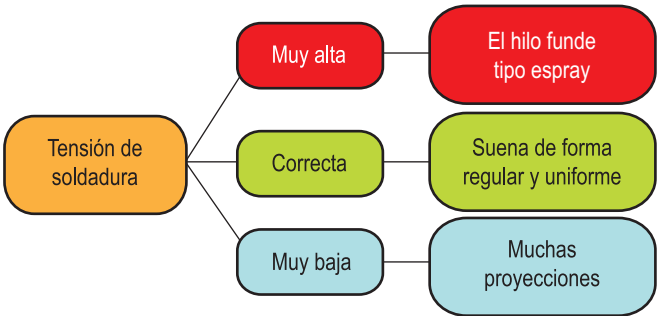


Figura 11.92. **Tensión baja.**



Intensidad

La intensidad está relacionada con la tensión elegida, con la velocidad del electrodo seleccionado y todo ello en función de las piezas a soldar. Para una posición determinada, manteniendo la distancia entre la pistola y la pieza a soldar, si se aumenta la velocidad del electrodo, aumenta también la intensidad. Por el contrario, si se disminuye la velocidad de avance, disminuye asimismo la intensidad.

Una intensidad muy alta produce una fusión de gotas finas y el cordón queda abultado y estrecho (igual que una tensión baja).

En cambio, una baja intensidad funde el alambre formando un cordón plano y con poca profundidad (igual que una tensión elevada).

Se sabe cuándo va fundiendo el hilo correctamente por el sonido uniforme que produce el arco, que forma un cordón de anchura mediana y poco abultado. En las chapas de poco grosor como es el caso de las carrocerías de los automóviles, la profundidad del cordón sobresale por el refuerzo de la chapa (Figura 11.93).

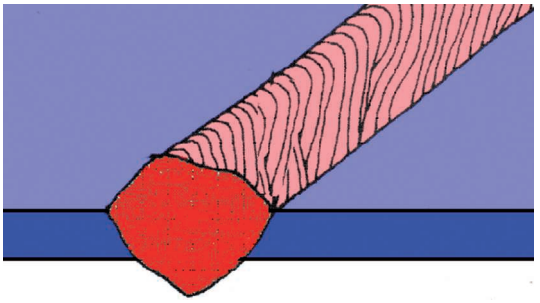


Figura 11.93. **Cordón con intensidad correcta.**

Distancia entre el tubo de contacto y la pieza a soldar

La distancia entre el tubo de contacto y la pieza a soldar es un parámetro que tiene que regular el soldador según se desarrolla la soldadura y es un factor muy importante a tener en cuenta para obtener buenos resultados.

Como ya se ha comentado en apartados anteriores, esta distancia variará en función del tipo de transferencia

© Ediciones Paraninfo

(cortocircuito/espray). Si la distancia es excesiva, la longitud del electrodo que sobresale del tubo de contacto es muy grande y se calienta antes de tiempo, aumentando la velocidad de fusión, amén de otras anomalías que se pueden presentar por la falta de protección del gas (Figura 11.94).

Figura 11.94. Distancia excesiva.

Por el contrario, si la distancia entre estos dos elementos es muy corta, será muy difícil observar el desarrollo del soldeo (Figura 11.95).

Figura 11.95. Distancia muy corta.

Velocidad de soldadura

Se entiende por velocidad de soldadura (también denominada velocidad de soldeo), la distancia soldada en una unidad de tiempo. Esta velocidad está determinada por el grosor de las piezas a soldar, su constitución y el voltaje seleccionado. En una chapa de acero ordinario de un grosor de 0,8 mm la velocidad recomendada suele ser de 80 a 100 cm por minuto. Una velocidad excesiva provoca un cordón irregular con poca penetración, y una velocidad demasiado lenta provoca un calentamiento excesivo de la tobera y perforaciones en la chapa a soldar.

11.3.11. Técnica operativa de soldadura

Para llevar a cabo un buen procedimiento de soldadura se debe seguir estos pasos:

1. Preparar los bordes de las piezas a unir. No deben tener ningún tipo de suciedad, ni pinturas. Es necesario utilizar útiles de sujeción que aseguren que los bordes van a estar alineados en el momento de realizar la soldadura.
2. Proteger (si fuera preciso) las zonas circundantes con el material adecuado (mantas ignífugas).
3. Proteger (si fuera preciso) con pantallas adecuadas, las zonas de los alrededores para evitar el deslumbramiento de otras personas.
4. Si se trabaja directamente en la carrocería, desconectar la batería del vehículo o instalar un protector de circuitos electrónicos (Figura 11.96), para protegerlo contra las sobrecargas eléctricas que se pueden producir en el soldeo.

Figura 11.96. Protector para circuitos electrónicos.

5. Colocarse las prendas de protección personal.
6. En función del grosor de las chapas a unir, regular los parámetros de la máquina:
   - Tensión.
   - Velocidad de avance.
   - Caudal de gas.
   - Longitud del electrodo.

© Ediciones Paraninfo

7. Pulverizar la tobera y el tubo de contacto con un producto especial para evitar que se adhieran las proyecciones (Figura 11.97).

Figura 11.97. Protector de circuitos electrónicos.

8. Asir el soplete con las dos manos: la mano izquierda sujetará el cuello del soplete con la punta de los dedos (diestros) y será la que guíe al soplete. La mano derecha sujetará el soplete por la empuñadura y actuará sobre el microrruptor (Figuras 11.98 y 11.99).

Figura 11.98. Posición correcta para soldar.

Figura 11.99. Posición correcta para soldar.

9. Colocarse en una posición en la que se vea perfectamente el baño de fusión, manteniendo la tobera con una inclinación de unos 10º sobre la vertical de la pieza y en la dirección de soldadura (Figuras 11.100 y 11.101). La distancia de la tobera respecto a la pieza se elegirá en función del tipo de transferencia.

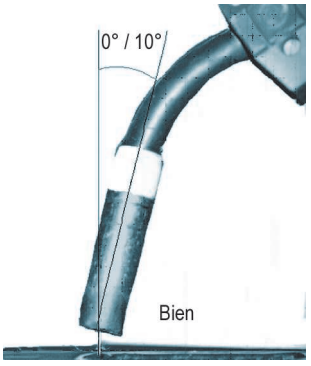


Figura 11.100. Posición correcta para soldar.

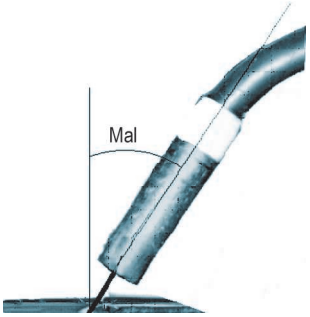


Figura 11.101. Posición incorrecta para soldar.

10. Con los parámetros ya seleccionados, realizar unos cordones en una chapa de similares características a las piezas a soldar, partiendo de una tensión de un valor bajo e ir aumentando progresivamente. Comprobar el tipo de cordón que se produce en la soldadura, si este no es el adecuado, corregir los parámetros y volver a realizar las pruebas necesarias hasta conseguir el cordón correcto.
11. Realizar el punteado de las piezas y verificar su correcto anclaje o sus cotas.
12. El desplazamiento puede realizarse hacia adelante (de derecha a izquierda), o hacia atrás (de izquierda a derecha), pero manteniendo la inclinación adecuada. Hacia adelante (Figura 11.102), el resultado será un cordón de poco espesor y buen aspecto (es el más utilizado en la reparación de

© Ediciones Paraninfo

carrocerías). Si se realiza hacia atrás (Figura 11.103), se obtiene un cordón abultado con una gran penetración y se utiliza para piezas de más de 3 mm de grosor.

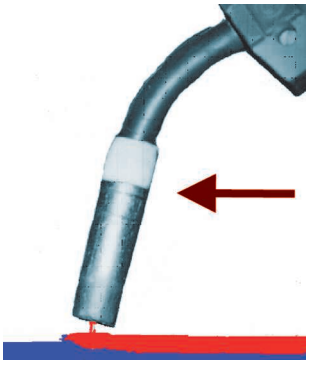


Figura 11.102. Desplazamiento hacia adelante.

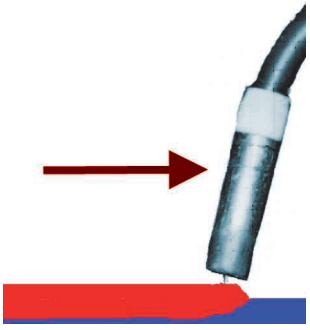


Figura 11.103. Desplazamiento hacia atrás.

El movimiento de la tobera a la hora de ejecutar la soldadura podrá ser lineal, circular o en zigzag.

El movimiento lineal es el utilizado para soldar chapas finas. El circular es adecuado cuando existen grandes separaciones entre los bordes de las piezas a unir. El zigzag se utiliza para realizar cordones anchos y para ejecutar una última pasada en el caso de que la soldadura requiera varias.

11.3.12. Métodos de soldadura

Se puede realizar el cordón de unión de las piezas de cuatro formas distintas:

- Soldadura continua.
- Soldadura intermitente.
- Soldadura por puntos a tapón.
- Soldadura por punto calado.

Soldadura continua

Se denomina de esta forma cuando el cordón que se realiza es de forma continua, es decir desde que la unión se hace con un solo cordón.

En chapas finas, como la que se utiliza en las carrocerías, es conveniente no soldar de forma continua más de tres centímetros de una sola vez, para evitar deformaciones de las chapas a soldar (Figura 11.104).

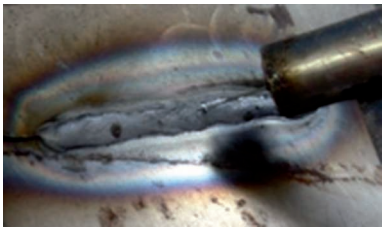


Figura 11.104. Soldadura continua.

Interrumpida o intermitente

Es una soldadura a intervalos que se utiliza para reducir el calor aportado, evitando las deformaciones de la chapa.

En primer lugar, se tienen que regular los parámetros indicados en el método anterior y, además, ajustar los tiempos de soldadura y los tiempos de parada. En algunas máquinas, solo se regula el tiempo de marcha o soldadura.

Es un tipo de soldadura muy útil en la realización de soldaduras con uniones a tope en chapas finas.

Soldadura por puntos a tapón

Este tipo de soldadura consiste en unir dos chapas en las que en la chapa superior se ha realizado previamente un taladrado para que penetre el material de aportación y se suelde a la chapa inferior (Figura 11.105).

Figura 11.105. Soldadura a tapón.

Para la soldadura a tapón por puntos de chapas de poco espesor, el diámetro del orificio debe ser 5 o 6 mm. Con diámetros mayores, la resistencia a la tracción de la unión por puntos sería superior al límite de alargamiento

© Ediciones Paraninfo

de la chapa, lo que no es necesario ni conveniente. Para chapas de 1 mm de espesor el orificio será de 7 mm.

La distancia óptima entre puntos a tapón se determina por la siguiente fórmula:

$$\text{Distancia entre puntos} = 3 + \text{diámetro del taladro} \times \text{espesor de la chapa}$$

Por ejemplo, en la unión de dos chapas de 0,8 mm, será:

$$3 \times 5 \times 0{,}8 = 12 \text{ mm}$$

Esta fórmula es el resultado de una evaluación estadística de ensayos con diferentes diámetros. Si el diámetro es excesivo existe el riesgo de la combustión de la chapa debido a la elevada generación de calor que hay que producir para rellenar el taladro.

Por el contrario, si el orificio es demasiado pequeño, existe el riesgo de que el material de fusión cierre prematuramente el taladro y no se produzca una unión adecuada.

Como orientación, para saber si los puntos se han realizado correctamente, hay que fijarse en el color de los puntos. Un punto rodeado por una zona de color azul oscura, indica probablemente que la chapa superior no está bien soldada a la chapa inferior. Un punto rodeado por un anillo blanco que oscurece hacia dentro, indica una soldadura correcta. Si se desea proceder con seguridad absoluta, habrá que realizar ensayos en chapas con las mismas características, tratando después de arrancar los puntos realizados.

Para la realización de este tipo de soldadura se requiere el empleo de la tobera apropiada, para ello hay que desmontar la tobera y el tubo de contacto empleado para la soldadura continua y montar en su lugar un tubo de contacto más corto y una tobera prevista para la soldadura por punto. El extremo de esta última forma dos o tres resaltes que apoyan sobre la chapa, dejando que salga el gas. Una vez terminada la soldadura a tapón, es necesario eliminar el cordón de soldadura que sobresale de la chapa, para ello se debe utilizar un disco abrasivo, teniendo la precaución de no dañar la chapa soldada (Figura 11.106).

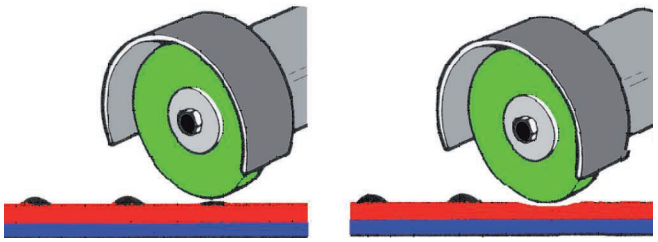


Figura 11.106. Eliminación del abultamiento del cordón.

Soldadura por punto calado

Es la unión de dos chapas sin necesidad de un taladro previo. Para la ejecución de este tipo de soldadura es necesaria una aportación de calor importante, por lo que no es aconsejable en los elementos de la carrocería.

11.3.13. Soldadura de aluminio

Existen ciertas diferencias a la hora de soldar chapas de aluminio con relación a la soldadura de chapas de acero, estas diferencias se producen por:

- **Su temperatura de fusión:** el acero funde a una temperatura de unos 1535 ºC, en cambio el aluminio funde a unos 600 ºC, si es puro, y a unos 560 ºC si es aleado.
- **La protección del aluminio:** todo el aluminio está rodeado de una fina capa de alúmina (óxido de aluminio), que impide que se produzca la corrosión que se genera en los aceros que no están protegidos. Este óxido funde a una temperatura muy superior a la del aluminio puro, entre 1200 ºC y 2000 ºC, es pues indispensable eliminar la alúmina antes de comenzar a solar.
- **Su conductividad térmica:** en el aluminio, el calor se transmite a una velocidad más elevada que en el acero (unas tres veces más), esto implica que para una pieza del mismo grosor, hay que aplicar un mayor aporte térmico.
- **La dilatación térmica:** el aluminio, tanto puro como aleado, se dilata mucho más que los aceros, lo que puede provocar grandes tensiones internas en las piezas soldadas.

Por otro lado, antes de comenzar los preparativos para soldar es conveniente asegurarse de que el material que se va a soldar es de aluminio, pues existe otro material como el magnesio, que es muy parecido al aluminio. Para identificar si el material con el que se trabaja es de aluminio o de magnesio, hay que frotar con un cepillo de acero inoxidable y observar el resultado.

- Si es de aluminio la zona rayada se vuelve de color brillante.
- Si es de magnesio se queda sin brillo y de color grisáceo.

Técnica para soldar con aluminio

Para soldar con aluminio es necesario tener las siguientes consideraciones:

© Ediciones Paraninfo

1. **Utilizar un electrodo compatible con la composición del material a soldar.** No todos los aluminios son iguales, las aleaciones que utiliza cada fabricante para sus carrocerías suelen ser diferentes que las de su competidor, siendo necesario en primer lugar identificar el producto.

   El aluminio está normalizado por la Asociación de Aluminio y se clasifica en función de la aleación que lleve el aluminio y del tratamiento que se ha efectuado en él. El electrodo de aluminio viene en bobinas igual que el electrodo de acero (Figura 11.107).

Figura 11.107. Bobina de aluminio.

   La clasificación para la soldadura por varillas y electrodos viene precedida de las letras ER y a continuación una cifra de cuatro letras como: ER 1100 Aluminio puro. ER 4043 Aluminio aleado con un 5,2 % de silicio. ER 5654 Aluminio aleado con un 3,5 % de magnesio.

2. **Limpiar y eliminar la alúmina en la zona a soldar.** Si la zona está pintada, eliminarla utilizando una lijadora con un disco del tipo P-80 hasta dejarla desnuda, a continuación limpiar la zona con disolventes alcalinos que no producen vapores tóxicos. Por último, con un cepillo de acero inoxidable repasar la zona hasta que quede brillante, este será el principal indicativo de que se ha eliminado la alúmina.

El cepillo y el disco utilizado no deben haber estado en contacto anteriormente con el acero, pues provocaría una contaminación por contacto del aluminio, igualmente no hay que trabajar el aluminio y el acero en zonas cercanas, pues igualmente se podría contaminar el aluminio, y si no es posible separarlo, hay que protegerlo para no provocar la contaminación (Figura 11.108).

Figura 11.108. Proteger para no provocar una contaminación.

3. **Preparar la máquina de soldadura.** Si la máquina que se va a utilizar es una MIG/MAG estándar, es necesario realizar los siguientes cambios:
   - Instalar una sirga de teflón o nailon.
   - Instalar un rodillo con el bisel en forma de «U».
   - Instalar la bobina con el electrodo adecuado.
   - Instalar un tubo de contacto con un diámetro acorde con el electrodo instalado.
   - Instalar una manguera no excesivamente larga para evitar que el roce del electrodo por el interior de la manguera pueda provocar que se doble entre los rodillos y la manguera (en una máquina estándar, es aconsejable una de 1,5 m).
   - Instalar la bombona de gas adecuado: argón, helio o mezcla de ambos.

Es importante recordar que al regular la presión de los rodillos el aluminio es más blando que el acero, y una presión excesiva puede provocar un rizado del electrodo.

4. **Regular los parámetros de la soldadura:**
   - Para compensar la buena conductividad térmica del aluminio hay que, establecer una tensión y una velocidad de alimentación superior a la utilizada en una chapa de acero del mismo grosor.
   - Regular un caudal de gas muy superior al utilizado en las chapas de acero (hasta un 50% más).
   - La transferencia aconsejable para este material es la de tipo espray (Figura 11.109).
5. **Aplicar a la tobera y el tubo de contacto un producto antisalpicaduras para evitar que se acumulen y provoquen defectos en la soldadura.** Es aconsejable que la aplicación del producto se realice en el interior de la boquilla y limpiar a continuación el resto, para evitar la contaminación de la soldadura.

© Ediciones Paraninfo

Figura 11.109. Soldadura del aluminio con transferencia tipo espray.

6. **Realizar una soldadura de prueba en unas piezas de las mismas características que las piezas a soldar.** Desplazar la tobera siempre hacia adelante, con una inclinación casi vertical (5º a 10º). El cordón debe presentar un aspecto uniforme, y una penetración constante por la parte de atrás. Si no es así, corregir los parámetros hasta conseguir un buen cordón.
7. **Preparar las uniones a soldar y realizar varios puntos de sujeción (si fuera necesario).** Para evitar en lo posible las deformaciones, no hay que soldar de forma continua toda la unión, sino soldar por costura y de ser posible partiendo desde el centro. Al terminar de soldar, es aconsejable cambiar el sentido de soldeo y cortar el arco sobre la zona ya soldada, o si se puede, posicionar un suplemento de chapa del mismo material a continuación de la terminación de las chapas soldadas, para que el arco se apague sobre esta.

   El tipo de transferencia más adecuado para este tipo de material es el de arco pulsado o equipos sinérgicos.

11.3.14. Soldadura de chapas galvanizadas

En las chapas con revestimiento de cinc, no se debe quitar esta protección para soldarlas, ya que en primer lugar se elimina la protección de la chapa, dejándola expuesta a la corrosión, y en segundo lugar, en el proceso de esmerilado para quitar la protección, disminuirá su grosor y por tanto su resistencia mecánica.

Estas chapas se deben soldar con el sistema MIG, que no destruye la capa de protección del cinc y de ser posible utilizar en alambre-electrodo de cobre-silicio (MIG BRAZING). Se ha de tener en cuenta que en la soldadura de este tipo de chapas se desprenden muchos vapores de cinc, que si se introducen dentro de la tobera, pueden interferir en la estabilidad del arco. Para evitar este problema es conveniente establecer una inclinación superior a la de los aceros (Figura 11.110); aun así, la cantidad de salpicadura será elevada, por lo que resulta indispensable limpiar frecuentemente la tobera y la aplicación de un producto antisalpicadura.

Los vapores de cinc que se desprenden en la soldadura son muy perjudiciales para la salud, por lo que es conveniente reforzar las medidas de precaución utilizando mascarilla además de soldar en una zona muy ventilada y si es posible con extracción de los gases de soldadura.

Figura 11.110. Posición para soldar chapas galvanizadas.

11.3.15. Soldadura MIG BRAZING

La soldadura MIG BRAZING es un método que se puede utilizar tanto en materiales de acero como para chapas galvanizadas, en cambio, no se puede utilizar en aluminio.

La principal característica de este tipo de soldadura es que los materiales a unir no llegan a fundirse, con lo que la carga térmica es inferior a la soldadura realizada con el proceso MIG/MAG, teniendo como consecuencia que la deformación de las piezas es mínima, manteniéndose las protecciones originales de las chapas en las zonas cercanas a la unión.

Lo que se funde es el material de aportación que por capilaridad penetra entre el espacio que hay entre las piezas a unir. Como material de aportación se utiliza principalmente hilo de $CuSi_3$ (aleación de cobre y silicio al 3 %), con un diámetro de 1 mm, aunque también existen aleaciones de cobre y aluminio, en ambos casos la característica de estos materiales es su bajo punto de fusión, alrededor de los 900 ºC (Figura 11.111).

El procedimiento de soldeo es similar al utilizado con el método MIG, pero es necesario respetar las siguientes consideraciones.

- **Preparación de las uniones a soldar:** es indispensable dejar un pequeño espacio entre las dos piezas a unir para que el material de aportación penetre

© Ediciones Paraninfo

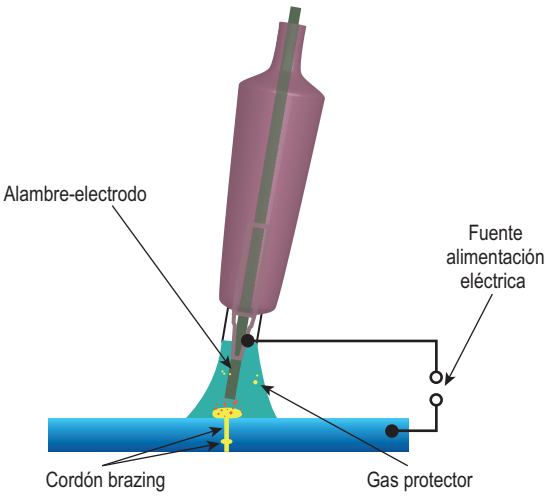


Figura 11.111. **Soldadura MIG BRAZING.**

entre ellas y realizar previamente una escrupulosa limpieza.

- **La sirga:** es conveniente que sea de nailon o teflón.
- **Rodillo de la devanadora:** es preferible que sea en forma de U.
- **Gas de protección:** tiene que ser el argón u otro gas inerte, regulado con un caudal de 10 litros por minuto.

El cordón de la soldadura MIG BRAZING es de color dorado (Figura 11.112) y su característica es muy similar al realizado con el sistema MAG alcanzando una resistencia a la tracción de 309 N/mm.

Figura 11.112. **Cordón soldadura BRAZING.**

11.3.16. Defectos en la soldadura

A continuación se describen los defectos más comunes que se producen en la soldadura.

Síntomas: el alambre se enrolla frecuentemente en la roldana.

- **Causas:** Distancia entre el tubo enderezador y los rodillos excesiva.

  Salida del tubo de contacto muy sucia.

  Sirga rota o separada del tubo de contacto.

  Los rodillos no se corresponden con el diámetro del electrodo.
- **Solución:** corregir separación.

  Limpiar tubo de contacto y tobera.

  Cambiar sirga.

  Montar el rodillo adecuado en función del material y el diámetro del electrodo.

Síntomas: la fusión es demasiado rápida y se producen agujeros.

- **Causas:** la tensión y la velocidad de devanado son elevadas.
- **Solución:** regular correctamente los parámetros.

Síntomas: el cordón es bombeado, poco o nada penetrante. El arco produce una especie de rebufo. La fusión del alambre se hace con gotas gruesas que funden con lentitud.

- **Causas:** la tensión es correcta, pero la velocidad de devanado demasiado pequeña.
- **Solución:** regular correctamente los parámetros.

Síntomas: el cordón es bombeado, poco penetrante y estrecho.

- **Causas:** la velocidad de devanado es buena, pero la tensión es baja, el chisporroteo es normal.
- **Solución:** regular correctamente los parámetros.

Síntomas: el chisporroteo tiene una cadencia espaciada y los cordones son estrechos y poco penetrantes. La fusión se realiza por gotas espaciadas.

- **Causas:** la velocidad y la tensión son insuficientes.
- **Solución:** regular correctamente los parámetros.

Síntomas: cordones estrechos, con gran espesor y penetración.

- **Causas:** se avanza con una inclinación de la boquilla incorrecta.
- **Solución:** corregir inclinación.

Síntomas: poca intensidad y penetración.

- **Causas:** distancia de la boquilla a la chapa excesiva.
- **Solución:** disminuir distancia.

Síntomas: el cordón es de color gris oscuro y con poros.

- **Causas:** la altura de la boquilla respecto a la pieza es excesiva.

  El caudal del gas es insuficiente.

© Ediciones Paraninfo

El tubo de contacto no está centrado respecto a la tobera (Figura 11.113).

La tobera está parcialmente obstruida por partículas (Figura 11.114).

Las piezas a soldar están oxidadas, sucias de grasas y/o aceites.

Inclinación del soplete exagerada.

- **Solución:** disminuir distancia.

Aumentar caudal.

Verificar el muelle de sujeción de la tobera.

Limpiar de partículas la tobera y el tubo de contacto, pulverizar con silicona.

Nunca soldar sin limpiar las piezas a soldar.

Corregir inclinación.

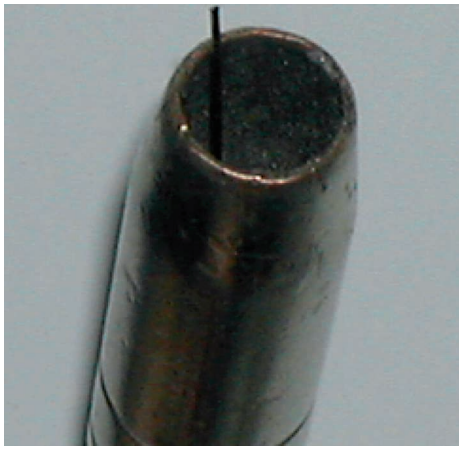


Figura 11.113. **Electrodo descentrado.**

Figura 11.114. **Tobera muy sucia.**

Síntomas: arco inestable con muchas proyecciones y poca penetración.

- **Causas:** el diámetro de la varilla de aportación es demasiado grueso.
- **Solución:** cambiar el electrodo y, por tanto, el tubo de contacto.

Síntomas: excesivas proyecciones de partículas.

- **Causas:** arco muy largo.
  Intensidad elevada.
  Tensión elevada.
- **Solución:** disminuir longitud del arco.
  Disminuir la velocidad de alimentación.
  Corregir tensión.

Síntomas: perforaciones.

- **Causas:** intensidad elevada.
  Tensión del arco baja.
  Desplazamiento del soplete lento.
  Bordes de las piezas muy separados.
- **Solución:** disminuir velocidad del hilo.
  Corregir la tensión.
  Soldar más rápido.
  Puntear y comprobar la unión antes de soldar.

11.3.17. Protecciones generales en la soldadura

Al realizar la soldadura se debe tener en cuenta una serie de protecciones generales:

1. Revisar siempre el equipo antes de usarlo.
2. Protegerse con guantes, peto y polainas de cuero.
3. Utilizar pantalla de protección envolvente que cubra la cara, el cuello y los oídos.
4. Usar siempre el factor de protección del cristal inactínico adecuado, nunca debe ser inferior al número 11. Como regla general, debe verse el punto de fusión o un poco más, en caso contrario habrá que cambiar el filtro inactínico o regular la pantalla de protección.
5. Tener siempre localizado un extintor.
6. Proteger el interior del vehículo con mantas ignífugas (si fuese necesario).
7. En caso de quemaduras producidas por argón, las partes afectadas deberán lavarse rápidamente con abundante cantidad de agua tibia, a continuación recibir asistencia médica.

© Ediciones Paraninfo

8. En el caso de producirse un derrame de argón líquido importante, deberán utilizarse grandes cantidades de agua para aumentar la evaporación del mismo. No hay que entrar nunca en nubes de vapor sin disponer de un aparato de respiración autónomo.
9. No dirigir la tobera hacia otras personas cuando comienza a salir el hilo de la pistola, para evitar producir un accidente.
10. Comprobar que la toma de tierra está en perfecto estado.
11. En caso de fugas hay que tener en cuenta que estos gases no arden ni se inflaman, habrá que cerrar la llave de paso y ventilar la zona. Los gases inertes pueden producir asfixia en espacios cerrados o sin buena ventilación. Estos gases no se detectan por los sentidos y se acumulan en las zonas bajas, para su detección utilizar un analizador de oxígeno de 0 a 25 %. En caso de mareos o desmayos, sacar al accidentado al aire libre y provocar la respiración forzada.

    Para iniciar un rescate, utilizar un equipo de respiración autónomo o asegurarse una buena ventilación de la zona.
12. En caso de producirse un incendio, los medios de extinción deberán ser los adecuados a los materiales que estén ardiendo. Una vez apagadas las llamas mantener la zona pulverizada con agua.
13. Utilizar un sistema de extracción de gases o trabajar en una zona muy ventilada (Figura 11.115).
14. Si se va a soldar en zonas donde hay otras personas, interponer una mampara de protección (Figura 11.116).

Figura 11.115. **Medidas de protección del soldador.**

Figura 11.116. **Mampara de protección.**

11.3.18. Recomendaciones generales en el uso de la máquina

Algunas recomendaciones importantes al utilizar la máquina de soldadura son:

1. No arrastrar la máquina tirando de la pistola.
2. No apretar el tubo de contacto cuando está caliente (puede deformarse).
3. Mantener el equipo limpio y seco. Debe soplarse con frecuencia el interior del equipo.
4. Cuando se termine de soldar, no apagar inmediatamente el equipo, para que el sistema de refrigeración baje la temperatura del transformador.
5. Asegurarse de que la pinza de masa hace buen contacto.
6. Realizar la soldadura procurando que la manguera no esté enrollada y/o con muchos dobleces.

   Esta posición dificulta el desplazamiento del material de aportación, sobre todo si este es de aluminio.

11.3.19. Incidencias con los equipos de soldadura

A continuación se relacionan algunas de las anomalías más frecuentes que suelen aparecer en estos equipos, no obstante, para cualquier manipulación en los mismos, es imprescindible leer el manual de instrucciones del fabricante.

© Ediciones Paraninfo

- **Salta el limitador de corriente.** Comprobar que en esta línea del taller no están funcionando otras máquinas. En caso de necesidad, elevar el calibre del interruptor automático y escogerlo con una curva de disparo lenta (tipo G o D).
- **Al pulsar el interruptor de la pistola no funciona nada.** Comprobar que llega tensión a la máquina; si es correcto, desmontar la empuñadura de la pistola y verificar el funcionamiento del microrruptor.
- **Al apretar el interruptor sale hilo pero no sale gas.** Desmontar la empuñadura y verificar la conexión de la manguera con el cuello; si es correcto, comprobar la electroválvula.
- **Al apretar el interruptor no sale hilo.** Comprobar que el control de la velocidad del hilo está en su posición correcta, asegurarse de que el indicador del control está en la posición correcta respecto a la escala graduada.

  Levantar la tapa lateral de la máquina y comprobar que el hilo no está enrollado entre la manguera y la roldana, o que el mecanismo de presión de la roldana no está flojo.
- **La máquina no ceba bien y no suelda correctamente.** Comprobar que la pinza de masa hace buena conexión; si es correcto, observar que el hilo sale de forma continua y/o verificar que las conexiones eléctricas son correctas.

11.4. Soldadura por arco en protección gaseosa TIG

Las iniciales TIG corresponden a las palabras inglesas *Tungsten Inert Gas*. Es un procedimiento que emplea un electrodo no consumible de wolframio o tungsteno con aleación de torio. El arco eléctrico se establece entre el electrodo y la pieza a soldar, estando todo ello protegido por un gas inerte (argón, helio o una mezcla de ambos), que evita el contacto con el aire atmosférico (Figura 11.117). El material de aportación se suministrará (si fuese necesario) de forma adicional mediante una varilla metálica.

A este proceso de soldadura también se le denomina GTAW (*Gas Tungsten Arc Welding*).

Su campo de aplicación, en cuanto a espesores se refiere, está comprendido entre 0,5 y 5 mm. Se utiliza sobre todo para soldar metales ligeros y de alta aleación.

El equipo está compuesto por los siguientes elementos (Figura 11.118):

- Electrodo no consumible.

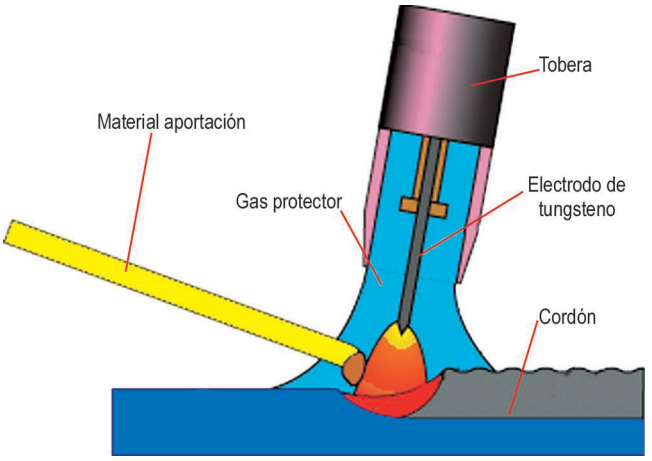


Figura 11.117. Soldadura TIG.

Figura 11.118. Equipo de soldadura TIG.

- Portaelectrodo.
- Gas de protección.
- Manorreductor/caudalímetro.
- Fuente de alimentación.
- Pinzas de masa
- Mangueras.

11.4.1. Fuente de alimentación

Está formada por los siguientes elementos:

- Un transformador de intensidad constante (al igual que la soldadura por arco revestido), que suministra una intensidad de soldeo constante, hace posible que las pequeñas variaciones de altura que se producen en la operación de soldar, entre el electrodo y la pieza, no afecten a la intensidad de soldeo.

© Ediciones Paraninfo

- La alimentación eléctrica de los electrodos debe ser de corriente continua (cc) para las aleaciones de aceros y corriente alterna (ca) para el soldeo del aluminio y sus aleaciones.

  Un grupo rectificador o convertidor encargado de suministrar la corriente continua necesaria.
- Un generador de alta frecuencia para facilitar el cebado del arco, evitando tener que rozar con la punta del electrodo la pieza. En la soldadura con corriente continua puede prescindirse del generador de alta frecuencia, pero cuando se emplea corriente alterna es imprescindible su uso.
- Un temporizador, que permite el paso de gas durante unos segundos antes (preflujo) y después (posflujo) de cortar el arco, manteniendo el electrodo y la soldadura en una atmósfera protegida.
- Un dispositivo para reducir de forma progresiva la corriente cuando se decide finalizar la soldadura.
- Un dispositivo para controlar, en corriente alterna, las frecuencias de la corriente de soldadura.
- Un mando para seleccionar diferentes tipos de soldadura: corriente continua en polaridad directa, corriente continua en polaridad inversa y corriente alterna.

Polaridad directa

En este sistema, el polo negativo está conectado al electrodo y el positivo a la pieza (Figura 11.119). Los electrones circulan del electrodo negativo a la pieza, concentrándose la mayor parte del calor en la pieza, fundiéndose bien y rápidamente. El baño de fusión es estrecho y profundo, y se producen pocas deformaciones. Dentro de la soldadura continua, es la más utilizada.

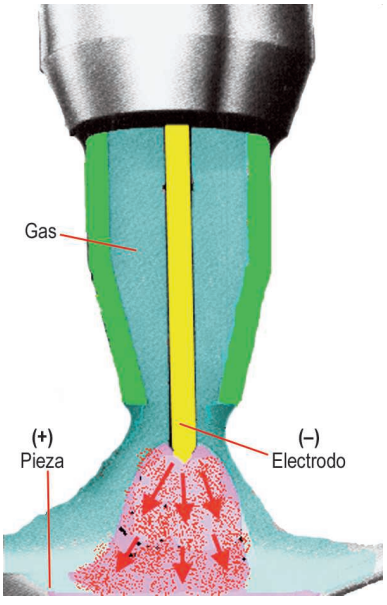


Figura 11.119. Polaridad directa.

Polaridad inversa

En ese caso el polo positivo está conectado al electrodo y el negativo a la pieza (Figura 11.120). La circulación de electrones se realiza al contrario que en el caso anterior, lo que origina un fuerte calentamiento en el electrodo, teniéndose que utilizar electrodos más gruesos que en la polaridad directa (para la misma intensidad) y produciéndose unos cordones anchos y con poca penetración. Se utiliza ocasionalmente para la soldadura de aluminio y de magnesio de bajo espesor, por su efecto decapante en estos materiales.

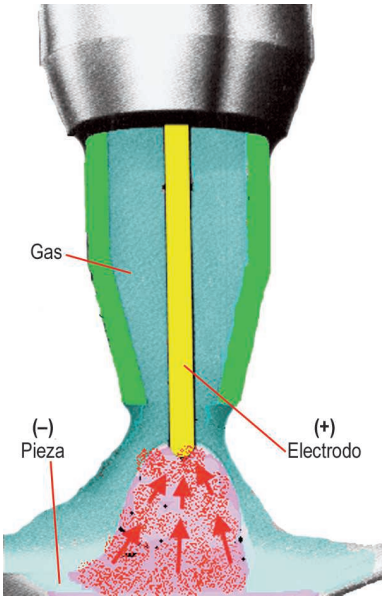


Figura 11.120. Polaridad inversa.

Corriente alterna

Cuando trabaja con corriente alterna, el equipo de soldadura se comporta como una mezcla de las polaridades descritas anteriormente, ya que cada medio ciclo se comporta como la corriente continua de cada polaridad, aprovechando la buena penetración de la polaridad directa y el efecto decapante de la polaridad inversa, pero se produce un cúmulo de óxidos y suciedad que provoca un arco inestable. Para evitar este fenómeno se utiliza con un generador de alta frecuencia y se emplea para las uniones del aluminio, el magnesio y sus aleaciones.

A continuación se expone la Tabla 11.6 de datos referentes al tipo de corriente a utilizar en función del material y su espesor.

© Ediciones Paraninfo

Tabla 11.6. Corriente a utilizar en función del material y su espesor

Aleación	Espesor	CC		CA con HF
		Pola. direc.	Pola. inver.	
Aluminio	E < 2,5	—	Bueno	Bueno
Aluminio	E > 2,5	—	—	Excelente
Magnesio	E < 2,5	—	Bueno	Bueno
Magnesio	E > 2,5	—	—	Excelente
Ace. inoxi.	E	Excelente	—	Bueno
Níquel	E	Excelente	—	Bueno
Cobre	E	Excelente	—	Bueno
Ace. fundi.	E	Excelente	—	Bueno
Ace. carbono	E	Excelente	—	Bueno

E: Espesor de las chapas a soldar.

11.4.2. El electrodo no consumible

Está compuesto por un material cuyo punto de fusión es muy elevado (3370 °C). Puede ser de tungsteno puro o aleado con torio o zirconio (1 al 2 %). También se le denomina electrodo de tungsteno o wolframio (Figura 11.121).

Los diámetros más utilizados son: 1, 1,6, 2,4, 3,2, 4 y 4,8.

Figura 11.121. Electrodos no consumibles.

Este electrodo se consume muy poco durante la operación de soldeo, pero es imprescindible evitar el contacto electrodo-pieza o el contacto electrodo-metal de aporte, ya que se contamina el metal fundido y queda recubierto de una capa de óxido que impide conseguir buenas soldaduras.

El electrodo de tungsteno debe estar bien afilado, limpio, y debe tener una apariencia blanca sobre sí mismo, lo que indica que está trabajando con una intensidad adecuada y un caudal de gas correcto. El tipo de afilado de la varilla se realizará en función del tipo de corriente que se utilice:

- Para corriente continua se afila como la punta de un lápiz (Figura 11.122), dejando el cono aproximadamente al doble de longitud que el diámetro de la varilla.
- Para corriente alterna la punta se dejará un poco redondeada.

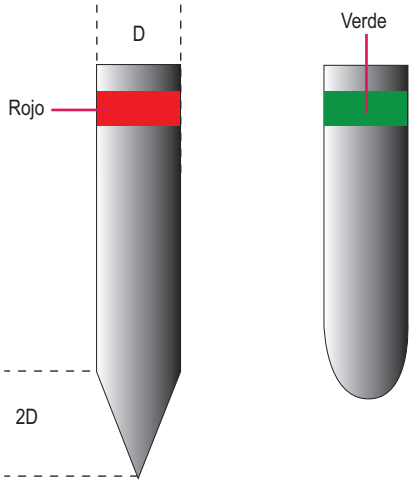


Figura 11.122. Electrodos CC y CA.

© Ediciones Paraninfo

En la reparación de carrocerías se utilizan principalmente tres tipos de electrodos en función de la corriente a utilizar (Tabla 11.7), y se identifican por el color que tienen marcado en la parte superior, diferenciándose unos de otros en las aleaciones de su composición.

Tabla 11.7. Tipo de electrodos e identificación

Torio	Color	Utilización
0 %	Verde	AC
1 %	Amarillo	AC/DC
2 %	Rojo	DC

11.4.3. Electrodos consumibles

Este sistema de soldeo no siempre necesita utilizar material de aportación, sobre todo en las chapas de las carrocerías que son de pequeños espesores. En caso de tener que añadirse a la soldadura, estos electrodos deben ser de la misma composición que el material base, es decir, para soldar unas chapas de aluminio, la varilla ha de ser de aluminio, si es de acero ordinario, la varilla ha de ser de acero ordinario. En este último caso la varilla está cobreada para protegerla de la oxidación.

Dichas varillas se suministran con 900 mm de longitud y de diferentes diámetros. Las más usuales para chapas finas son: 0,5, 1, 1,6, 2 y 2,4 mm. Es recomendable que se mantengan guardadas en su caja de embalaje hasta su uso, para evitar que adquieran suciedad y humedad.

11.4.4. Portaelectrodo

También se le denomina antorcha o pistola. Tiene las funciones de sujetar el electrodo de tungsteno, suministrar la corriente de soldadura y asegurar la salida del gas para proteger al electrodo y al arco. Se fabrican para distintas intensidades de corriente de soldeo, refrigerándose por aire (hasta 150 A) o por agua (a partir de 200 A).

La antorcha está compuesta por una tobera de material cerámico que está sujeta al cuerpo del portaelectrodo (Figura 11.123). En su interior y perfectamente centrado, se encuentra un mecanismo para sujetar el electrodo, que permite además regular la longitud que tiene que sobresalir de la tobera. En la parte superior se encuentra un interruptor para iniciar y terminar el arco eléctrico.

La longitud del electrodo que debe sobresalir de la tobera será de 3 a 5 mm y la distancia que se debe mantener

Figura 11.123. Portaelectrodo.

entre el extremo del electrodo y el metal base para el soldeo es de unos 5 mm.

11.4.5. El gas protector

El gas utilizado es el argón, el helio o una mezcla de ambos, y ya se describieron en el apartado anterior (Tabla 11.8).

Tabla 11.8. Gas protector a utilizar en función del metal

Gas	Metal
Argón	Todos
Helio	Cobre/aluminio
Helio/argón	Todos

11.4.6. El manorreductor/caudalímetro

Es similar al que se utiliza en los sistemas MIG/MAG.

Durante la operación de soldeo, el caudal de argón debe ser de 6 a 10 litros/minuto y con helio de 15 a 20 litros/minuto, variando el ajuste final del caudal en función del trabajo a realizar. La regulación del caudal es importante, ya que con poco caudal no se protege la soldadura y con un exceso de caudal se pueden producir turbulencias e introducir aire atmosférico, con lo que se contamina igualmente la soldadura.

© Ediciones Paraninfo

11.4.7. Factores y parámetros que intervienen en la soldadura

En el proceso de soldadura intervienen una serie de factores y parámetros que es importante tener en cuenta:

- **Tipo de corriente.** Corriente continua (cc) o corriente alterna (ca), en función del material a soldar.
- **Intensidad de soldadura.** Siempre está determinada por el espesor de las chapas a soldar, lo que a su vez estará relacionado con el espesor del electrodo no consumible.
- **Caudal del gas.** Se regulará en función de las chapas a soldar.
- **Tiempo de desconexión.** Es el tiempo que se debe regular, para que una vez accionado el interruptor de la antorcha, la corriente siga circulando por el electrodo, pero disminuyendo de forma progresiva su intensidad, para evitar que se forme un cráter en el cordón y por tanto una soldadura defectuosa.
- **Tiempo de posflujo.** Una vez concluido el proceso de soldadura, el gas no se corta inmediatamente, sino que existe un tiempo en el que el gas sigue saliendo por la antorcha, refrigerando el electrodo e impidiendo que se contamine con el aire ambiente. A este período de tiempo se le denomina posflujo y está relacionado con el diámetro del electrodo.

A continuación se exponen distintos **parámetros orientativos de regulación para piezas de acero ordinario** (Tabla 11.9).

Tabla 11.9. Parámetros de regulación para acero ordinario

Espesor chapa (mm)	Diámetro del tungsteno	Intensidad en amperios	Caudal del gas en l/min	Diámetro de la varilla de aporte (mm)
1	0,5	2 a 20	7 a 9	1
1-1,5	1,2	10 a 85	7 a 9	1,6
1,5-2	1,6	80 a 150	7 a 9	1,6
2-2,4	2,4	150 a 250	7 a 10	1,6

11.4.8. Procedimiento operativo

El método operativo a emplear es el mismo tanto para la soldadura horizontal, como para la vertical (o en cualquiera de las posiciones) y es el siguiente:

1. Preparar los bordes que hay que unir. No deben tener ningún tipo de suciedad, ni de pinturas; de ser posible sujetar las piezas con unos alicates de presión o útiles de sujeción adecuados.
2. Proteger (si fuera preciso) las zonas circundantes con el material adecuado (mantas ignífugas).
3. Proteger (si fuera preciso) con pantallas adecuadas, las zonas de los alrededores para evitar el deslumbramiento de otras personas.
4. Si se trabaja directamente en la carrocería, desconectar la batería del vehículo o instalar un protector de circuitos electrónicos, para protegerlo contra las sobrecargas eléctricas que se pueden producir en el soldeo.
5. Colocarse las prendas de protección personal.
6. Regular los parámetros de soldadura, en función del grosor y la naturaleza de las chapas a unir.
7. Acercar el portaelectrodo a las piezas a soldar, hasta que el electrodo se encuentre a unos 3 mm del punto de unión, momento en el que se establecerá el cebado del arco eléctrico gracias al generador de alta frecuencia.
8. Una vez producido el arco, levantar el portaelectrodo hasta que exista una separación de unos 5 mm desde la punta del electrodo a las piezas a soldar. Mantener el portaelectrodo en esta posición o efectuar ligeros movimientos circulares hasta que se forme el baño de fusión y realizar varios puntos de soldadura a lo largo de los bordes de unión. El punteado de las piezas se realizará siempre que se pueda por la parte posterior.
9. Terminado el punteado, comenzar la soldadura de los bordes procediendo al cebado y a la formación del baño de fusión y desplazar el portaelectrodo a lo largo de los bordes a unir, según se produzca la fusión del material.
10. La aportación de material se realizará solo cuando sea necesario, aproximando la varilla al baño de fusión con una inclinación de unos 15º, y sin que toque al electrodo no consumible, dando ligeros

© Ediciones Paraninfo

movimientos de vaivén, sin salirse de la zona de protección de gas. Cuando no sea necesario aportar más varilla, y esta se encuentre incandescente, no hay que sacar la punta de la zona de protección del gas, sino esperar a que se enfríe, para evitar su contaminación.

11. La inclinación del portaelectrodo ha de ser de 75° (Figura 11.124) y se avanzará de derecha a izquierda (diestros) siguiendo la antorcha siempre a la varilla de aportación. Para finalizar la operación de soldar, hay que cerrar el interruptor y seguir soldando hasta que se extinga completamente el arco eléctrico. Asegurarse de que una vez extinguido el arco, el gas continúa saliendo para enfriar el electrodo no consumible.
12. El cordón depositado debe ser uniforme y de color gris brillante.

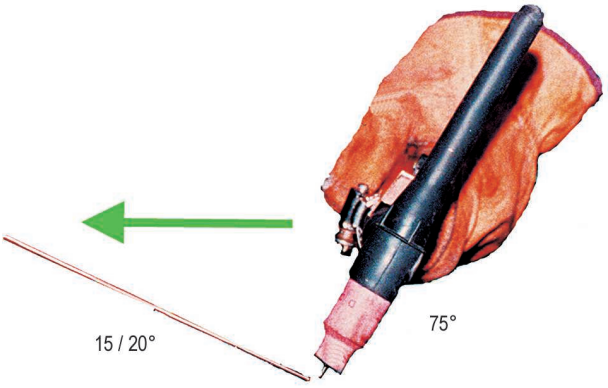


Figura 11.124. Dirección y posición de la soldadura TIG.

11.4.9. Defectos en el arco y el cordón

A continuación se describen los defectos más comunes que se producen en el arco y el cordón.

Síntoma: tungsteno contaminado (aparece una bolita en su extremo).

- **Causas:** desviaciones frecuentes del arco.
  Se ha introducido el electrodo en el baño de fusión.
- **Solución:** cortar la parte contaminada y afilar de nuevo la punta.

Síntoma: porosidad en el cordón (Figura 11.125).

- **Causas:** el gas no protege bien al cordón.
  Tobera muy separada de la pieza.
  Portaelectrodo muy inclinado.
  Piezas con suciedad.
- **Solución:** regular el caudal.
  Acercar la tobera a la pieza.

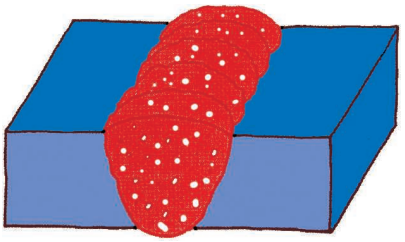


Figura 11.125. Porosidad en el cordón.

Corregir inclinación.
Limpiar las piezas.

Síntoma: falta de penetración (Figura 11.126).

- **Causas:** baja intensidad.
  Mucha velocidad de soldeo.
  Demasiada aportación de material originando un rápido enfriamiento.
- **Solución:** regular correctamente los parámetros de soldeo.
  Disminuir la velocidad de soldeo.
  Disminuir la varilla aportación.

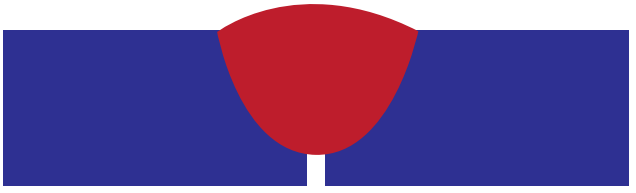


Figura 11.126. Falta de penetración.

Síntoma: electrodo no consumible con la punta oscura.

- **Causas:** electrodo muy caliente con poca protección de gas.
- **Solución:** regular parámetros de soldadura.

Síntoma: cordón de color gris oscuro.

- **Causas:** excesivo caudal de gas, produciendo turbulencia que introduce aire ambiente.
- **Solución:** regular el caudal.

Síntoma: el arco se traslada hacia un lado.

- **Causas:** hay corriente de aire.
  Existe un soplado magnético.
- **Solución:** proteger del viento.
  Retirar la masa del punto de soldeo.

Síntoma: óxidos en el cordón.

- **Causas:** la varilla de aportación se saca de la protección del gas estando incandescente y se vuelve a introducir en el baño de fusión.
  Piezas sucias.

© Ediciones Paraninfo

- **Solución:** no sacar la varilla de la zona de protección hasta que se haya enfriado.

  Limpiar las piezas.

11.5. Soldadura al arco plasma

El arco empleado en el proceso TIG se puede convertir en un chorro de alta energía si se obliga a pasar el gas protector (argón o este gas mezclado con helio o hidrógeno) por un pequeño orificio practicado en la boquilla, el arco se comprime y forma el chorro de plasma (Figura 11.127).

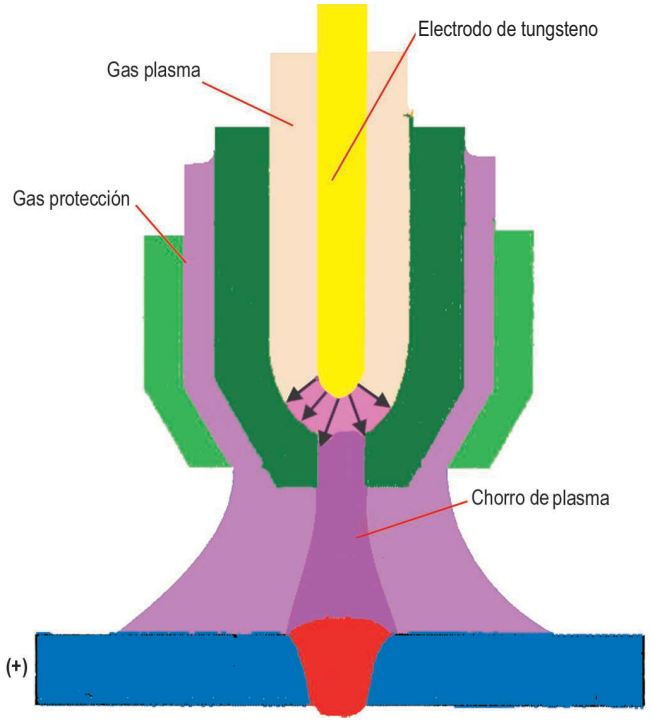


Figura 11.127. **Soldadura al arco plasma.**

Este tipo de soldadura se basa en una técnica especial denominada «ojo de cerradura o *keyhole*» (Figura 11.128), en el que el arco crea en primer lugar un agujero y a medida que la antorcha se desplaza, el metal que se funde en el frente se desplaza hacia la parte de atrás, solidificándose y formando el cordón, permitiendo una penetración muy controlada (Figura 11.129).

Este método ofrece mayor velocidad de soldeo para corriente más baja y se emplea sobre todo para uniones a topes de chapas y tuberías.

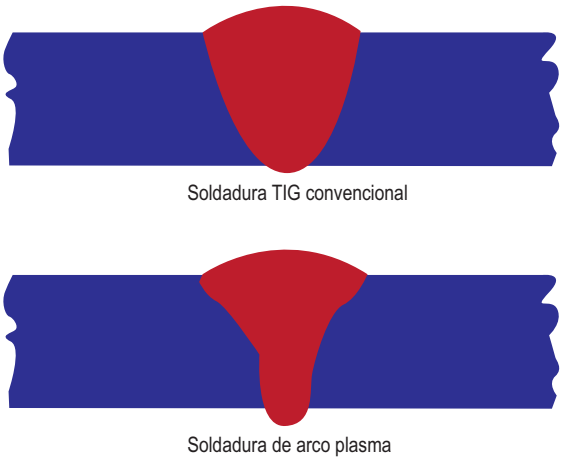


Figura 11.128. **Cordón TIG y arco por plasma.**

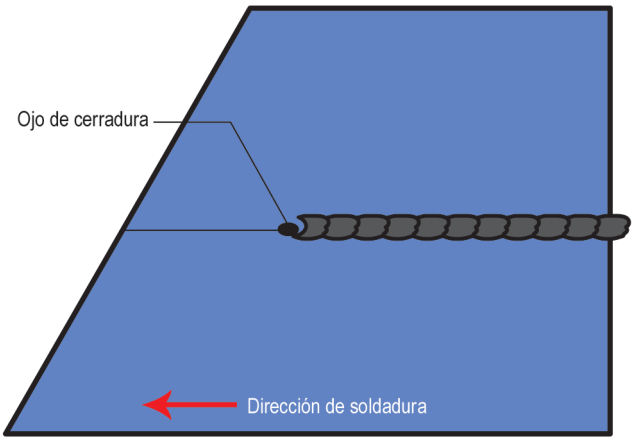


Figura 11.129 **Ojo de cerradura del cordón.**

11.6. Soldadura láser

La palabra láser significa *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* (luz amplificada por emisión estimulada de radiación) y está basado en la emisión de un haz de fotones electromagnético, monocromático y de alta direccionalidad, capaz de concentrar una gran cantidad de energía en un pequeño punto de forma constante. El primer láser se desarrolló en 1960 por T. H. Maiman y fue un láser de rubí.

Gracias a la alta concentración de energía que produce, se consiguen realizar trabajos de marcado, corte, perforado, tratamientos superficiales y soldadura (Figura 11.130).

El tipo de láser empleado normalmente en la industria es el de alta potencia, entre los que destacan el de CO_2, el de Nd-Yag, y más recientemente los de diodo, que

© Ediciones Paraninfo

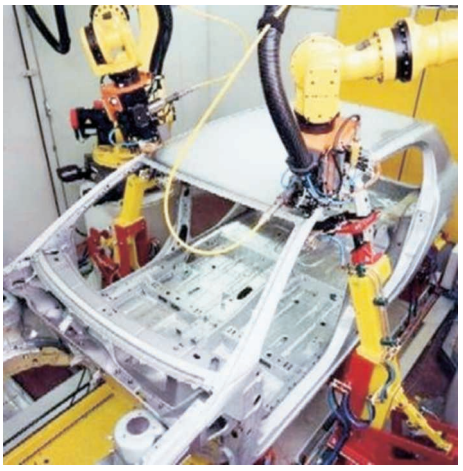


Figura 11.130. Soldadura láser.

abren nuevas aplicaciones en la soldadura de aceros de alta resistencia y de los termoplásticos (Tabla 11.10).

Tabla 11.10. Tipos de láser

Utilización	Tipo	Principales características
Aleación	CO_2	Profundidad máxima: 0,5 mm. Buenas características en capa. Dilución típica 20 %
Corte	Nd-Yag CO_2	Espesor: de 0,5 a 0,8 mm. Tolerancia $\pm$0,05 mm a $\pm$0,1 mm
Marcado	Nd-Yag	Profundidad máxima: 0,04 mm
Recubrimiento	CO_2	Alta densidad de capas y mínima dilución en sustrato. Espesores de capas hasta 2 mm
Soldadura	Nd-Yag CO_2	Penetración máxima: 10 mm. Baja deformación
Taladrado	Nd-Yag	Diámetros desde 0,075 mm. Penetración máxima: 13 mm
Temple	CO_2	Penetración máxima: 2 mm. Baja deformación. Alto rango de dureza

Este tipo de soldadura se puede realizar de dos formas:

- **Por conducción:** se emplea en la unión de láminas delgadas, funciona produciendo inicialmente una fusión superficial que va penetrando al aumentar la conductividad térmica y la intensidad de la radiación.
- **Por penetración profunda:** en este tipo de soldadura se produce debajo de la superficie del material una temperatura muy alta. El material fundido debajo de la superficie se va desplazando hasta la superficie por acción del vapor recalentado, produciendo un cordón de soldadura con unas excelentes características.

La industria automovilística ha sido de las primeras que han aplicado y desarrollado la soldadura láser, sustituyendo numerosos procesos de fabricación que han dado como fruto vehículos menos pesados, a la vez que más seguros. Con este sistema de soldadura se pueden soldar:

- Chapas de distintos espesores.
- Chapas con piezas de fundición.
- Piezas de fundición con perfiles.
- Unión de distintos materiales.

La soldadura láser ofrece distintas ventajas respecto al resto de los sistemas de soldadura, como:

- Alta productividad.
- Alta rigidez.
- Reducción de peso al poder realizarse la soldadura con un solape muy pequeño.
- Solo requiere acceso por un lado.
- Mínimos niveles de deformación, gracias a una reducida cantidad de calor que se produce en el proceso.
- No requiere tratamientos previos de las superficies.

En la actualidad, la soldadura láser solo es posible utilizarla en la fase de fabricación de componentes y en la cadena de montaje de las carrocerías, principalmente por la potencia de energía que se requiere para su utilización.

Básicamente, aunque su aplicación cada vez es mayor, se utiliza en la construcción de la carrocería, la soldadura del techo (Figura 11.131), el cierre de las columnas delanteras, los lomos de la puerta, los bajos de los estribos, etc. (Figura 11.132).

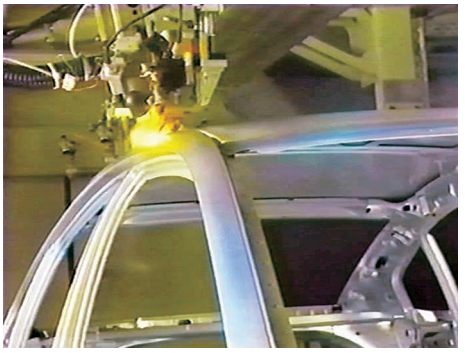


Figura 11.131. Unión del techo con láser.

El láser también se puede utilizar para cortar, en este caso la pieza se eleva de temperatura hasta alcanzar su fusión, inyectando en ese momento un gas a presión para desplazar el material fundido. La principal característica

© Ediciones Paraninfo

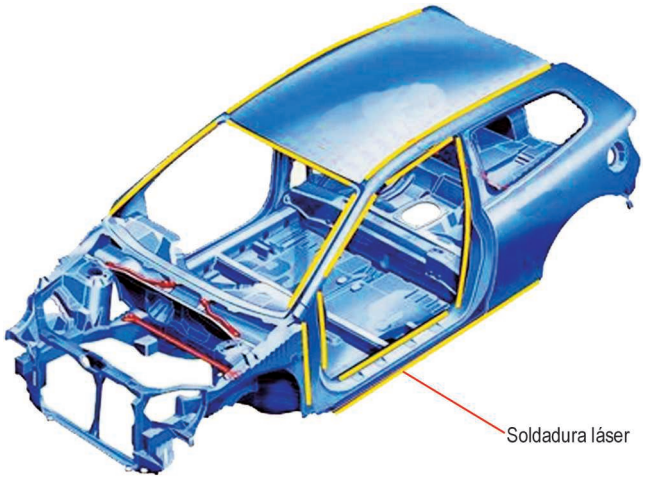


Figura 11.132. Distintas uniones por soldadura láser.

de este método es que la zona afectada térmicamente es muy limitada.

La soldadura híbrida de láser combina un láser con otras fuentes de calor, como lo son la soldadura de arco o de inducción. Normalmente, la soldadura híbrida combina el láser con la soldadura GMAW (MIG o MAG). La intensa energía del láser combinado con este método de soldadura redunda en un proceso de soldadura de alta velocidad que puede rellenar aperturas o fisuras significativas entre dos superficies por juntarse, obteniéndose un cordón continuo de mucha longitud y muy poca anchura, garantizando el recubrimiento de las chapas galvanizadas.

11.7. Soldadura por arco sumergido

Este método es similar al soldeo con protección gaseosa, la diferencia fundamental estriba en que el arco eléctrico está bajo una protección de fundente que lo protege de la atmósfera que le rodea, de tal forma que el arco no se ve desde el exterior. Parte del fundente (el más próximo al arco) se funde igual que ocurre con los electrodos revestidos, solo que en este caso el fundente no fundido se puede recoger para su reutilización. El fundente es suministrado a través de una manguera desde el depósito de fundente (Figura 11.133).

Este tipo de soldadura tiene un rendimiento térmico muy elevado, debido principalmente a que el fundente que recubre el arco impide que el calor se disipe.

Es un método muy utilizado en un gran rango de aplicaciones como la fabricación de depósitos, tuberías, construcciones metálicas, así como en soldaduras muy largas.

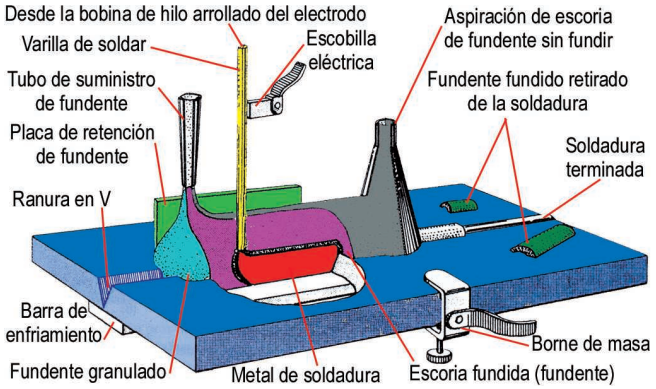


Figura 11.133. Soldadura por arco sumergido.

Presenta el inconveniente de que no es un método adecuado para materiales de pequeño grosor y es necesario tener un dispositivo para el almacenamiento, alimentación y recogida del fundente.

11.8. Soldadura por haz de electrones

La característica principal de la soldadura por haz de electrones es la capacidad que tienen para concentrar una gran cantidad de energía en zonas muy concretas, con una gran precisión.

Su aplicación en la industria es muy diversa, ya que puede soldar materiales con grosores comprendidos entre 0,04 y 50 mm aproximadamente, destacando las siguientes características:

- Puede realizar soldadura en piezas de grandes dimensiones.
- Realiza cordones muy pequeños (por ejemplo, 4 mm de anchura del cordón para una penetración de 20 mm en acero).
- Se pueden soldar innumerables metales diferentes y metales refractarios (tungsteno, molibdeno).
- Permite realizar tratamientos térmicos superficiales.

Tienen un gran uso en las industrias aeroespaciales y de generadores de energía, donde se les instala grandes cámaras para albergar las piezas a soldar (Figura 11.134).

Este método de soldadura se consigue concentrando un haz de electrones de alta velocidad (producido por un cañón de electrones) en una cámara de vacío. El impacto de los electrones sobre la pieza incrementa la temperatura en la zona de impacto hasta su utilización en distintas aplicaciones (soldadura, fusión, tratamientos térmicos, etcétera).

© Ediciones Paraninfo

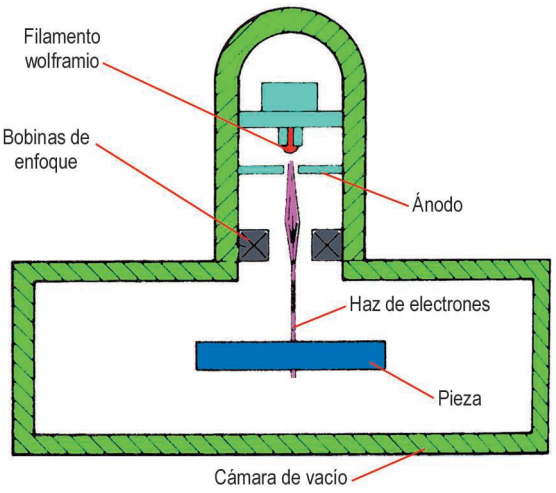


Figura 11.134. **Soldadura por haz de electrones.**

Tiene el inconveniente de que las piezas a soldar se deben introducir en el interior de la cámara, con la consiguiente limitación de tamaño.

11.9. Soldadura eléctrica por resistencia

Este procedimiento se puede considerar como una soldadura autógena sin material de aportación. La soldadura se efectúa por presión en la que se aumenta la temperatura de las piezas a unir hasta un poco por debajo de la fusión del metal. La temperatura se genera haciendo pasar una corriente eléctrica de elevada intensidad, entre dos electrodos durante un corto espacio de tiempo (Figura 11.135).

El efecto se basa en la particularidad que se produce cuando se interpone un material conductor entre dos electrodos de diferente polaridad, se provoca un movimiento de electrones entre ambos, que tienden a atravesar el material. La velocidad de cada electrón es diferente, y aunque su masa es muy pequeña, debido a su velocidad, cada electrón se convierte en portador de una cantidad de energía cinética, que chocan con las partículas fijas del material, cediendo su energía cinética y transformándose en energía calorífica.

La cantidad de calor generado dependerá del valor de la intensidad de corriente, de la resistencia de los materiales situados entre los electrodos y del tiempo que está circulando la corriente (ley de Joule). La expresión matemática que nos define esta ley es:

$$Q = I'' \cdot R \cdot t \; 0{,}24 \text{ calorías}$$

siendo

Q = Calor producido en calorías.

I = Intensidad en amperios.

R = Resistencia en ohmios.

t = Tiempo en segundos.

La resistencia eléctrica total entre los electrodos está formada por cada una de las cinco resistencias en serie (Figura 11.136):

1. Resistencia de contacto entre el electrodo superior y la chapa de superficie.
2. Resistencia de la chapa superior.

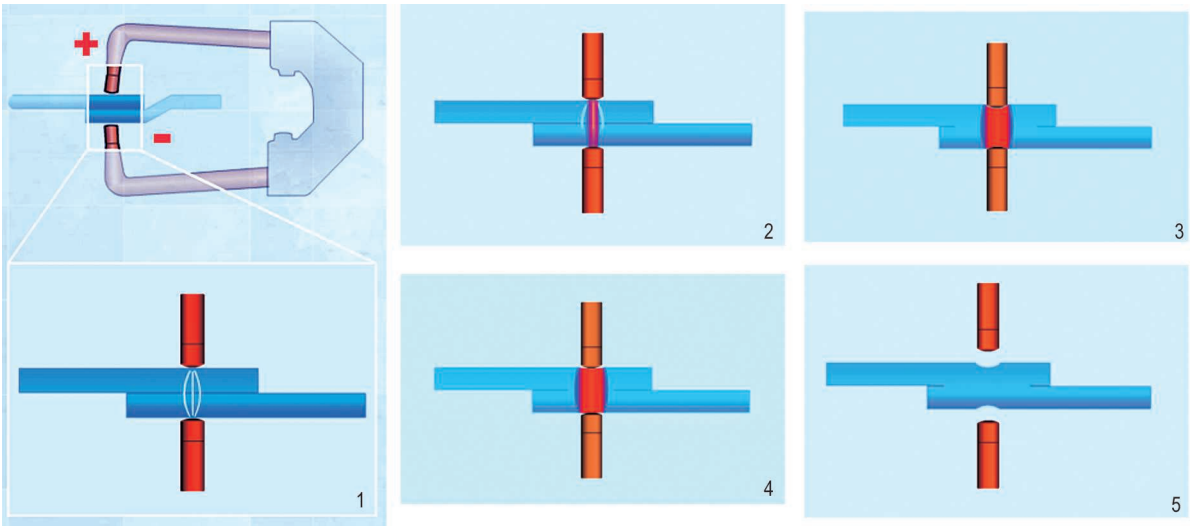


Figura 11.135. **Proceso de la soldadura por resistencia.**

© Ediciones Paraninfo

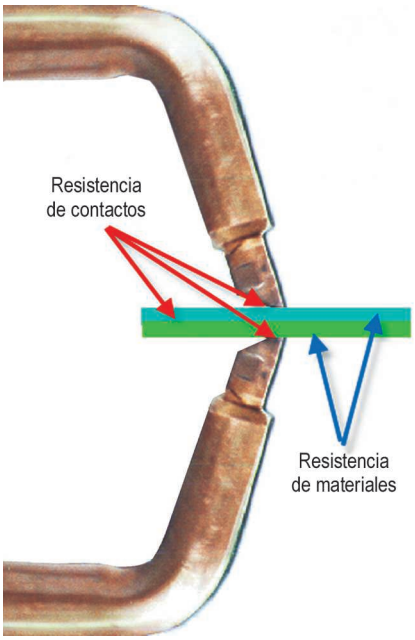


Figura 11.136. **Resistencias en un punto de soldadura.**

3. Resistencia de contacto entre las dos chapas. Es la mayor de todas y es donde se produce la soldadura.
4. Resistencia de la chapa inferior.
5. Resistencia de contacto entre la chapa inferior y el electrodo inferior.

La presión que se ejerce con los electrodos fuerza a las dos piezas a soldar a tener un mayor contacto, y por tanto, se reduce la resistencia que se produce entre las dos piezas.

Este procedimiento ofrece varias ventajas respecto a los demás sistemas de soldadura, como:

- Rapidez en la ejecución.
- No produce deformaciones por el calor aplicado.
- Es fácil de manejar.
- No necesita repasos posteriores.
- Es fácil sustituir las piezas unidas con este sistema.

Debido a estas ventajas, es el método más utilizado en la fabricación de carrocerías y progresivamente su utilización se va generalizando en los procesos de reparación.

Con este procedimiento se pueden unir piezas de acero al carbono, acero inoxidable, aluminio y cobre (Figura 11.137). En el sector del automóvil se utiliza principalmente para la reparación de carrocerías de chapas de aceros, ya que para reparar las carrocerías de aluminio se requieren grandes intensidades que no es posible conseguir en la mayoría de los casos en los talleres de carrocería. No obstante, actualmente han aparecido en el mercado equipos de soldadura eléctrica que con la tecnología Inverter están consiguiendo grandes resultados.

Existen diferentes métodos de soldadura por resistencia, siendo los más usuales en carrocería:

- Soldadura por puntos.
- Soldadura por dobles puntos.
- Soldadura por protuberancias.

Figura 11.137. **Máquinas de soldadura por resistencia.**

© Ediciones Paraninfo

- Soldadura por empuje.
- Soldadura por roldana o costura.

Otros métodos son:

- Soldadura por chisporroteo.
- Soldadura a tope por resistencia.
- Soldadura por percusión.

11.9.1. Secuencia en la soldadura por puntos

Durante el proceso de la soldadura por puntos se hace circular la corriente eléctrica entre los dos electrodos siguiendo los siguientes pasos (Figura 11.138):

1. **Período de acercamiento o tiempo de bajada:** es el tiempo que transcurre entre la aproximación de los electrodos y el paso de la corriente eléctrica. Durante esta fase la presión se eleva rápidamente.
2. **Período de soldadura:** representa el paso de la corriente. Durante este tiempo, la presión es normal (en determinados materiales esta presión puede disminuir).
3. **Período de forjado o de mantenimiento:** es el tiempo que transcurre entre el corte de la corriente y el levantamiento de los electrodos. En este período aumenta la presión de los electrodos, con lo que se establece la forja de la zona garantizando el grado de resistencia del punto. Este tiempo debe ser como mínimo igual al tiempo de soldadura.
4. **Período de enfriamiento o cadencia:** es el tiempo de separación de los electrodos.

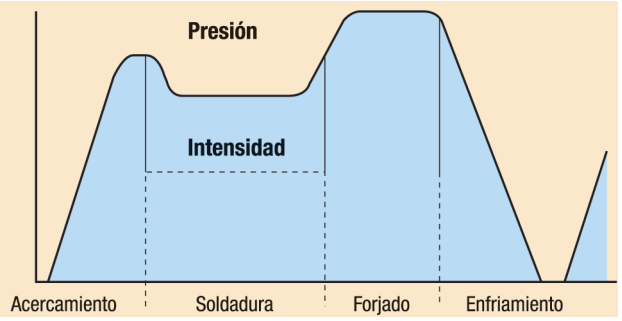


Figura 11.138. Secuencia de la soldadura por resistencia.

11.9.2. Elementos que componen el equipo

Los componentes básicos de un equipo de soldadura por resistencia eléctrica son:

- La fuente de energía.
- El panel de control.
- Los portaelectrodos.
- Los electrodos.

La fuente de energía

Consiste en un transformador de corriente alterna (Figura 11.139), en cuyo secundario van conectados los electrodos, por conductores de considerable sección.

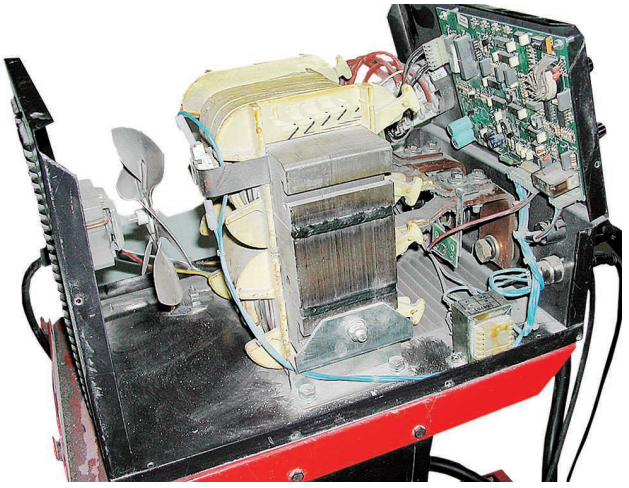


Figura 11.139. Fuente de alimentación

El transformador convierte la corriente de 380/220 V que circula en la instalación del taller de reparación en una corriente de bajo voltaje (2 a 5 V), pero con un amperaje muy elevado (puede superar los 9000 A).

El panel de control

Está compuesto por diferentes selectores, digitales o analógicos (dependiendo del fabricante), que permiten regular los distintos parámetros de soldadura (Figura 11.140).

Para poder realizar soldadura en los paneles de aluminio algunos equipos incorporan la tecnología Inverter con la que se puede llegar a trabajar con una frecuencia de 5000 Hz.

Los portaelectrodos

Son los encargados de sujetar los distintos modelos de electrodos (Figura 11.141). Pueden ser accionados de forma hidráulica, neumática o manual, realizando la presión suficiente para que se unan las piezas. La presión se regula de diferentes formas en función del equipo.

© Ediciones Paraninfo

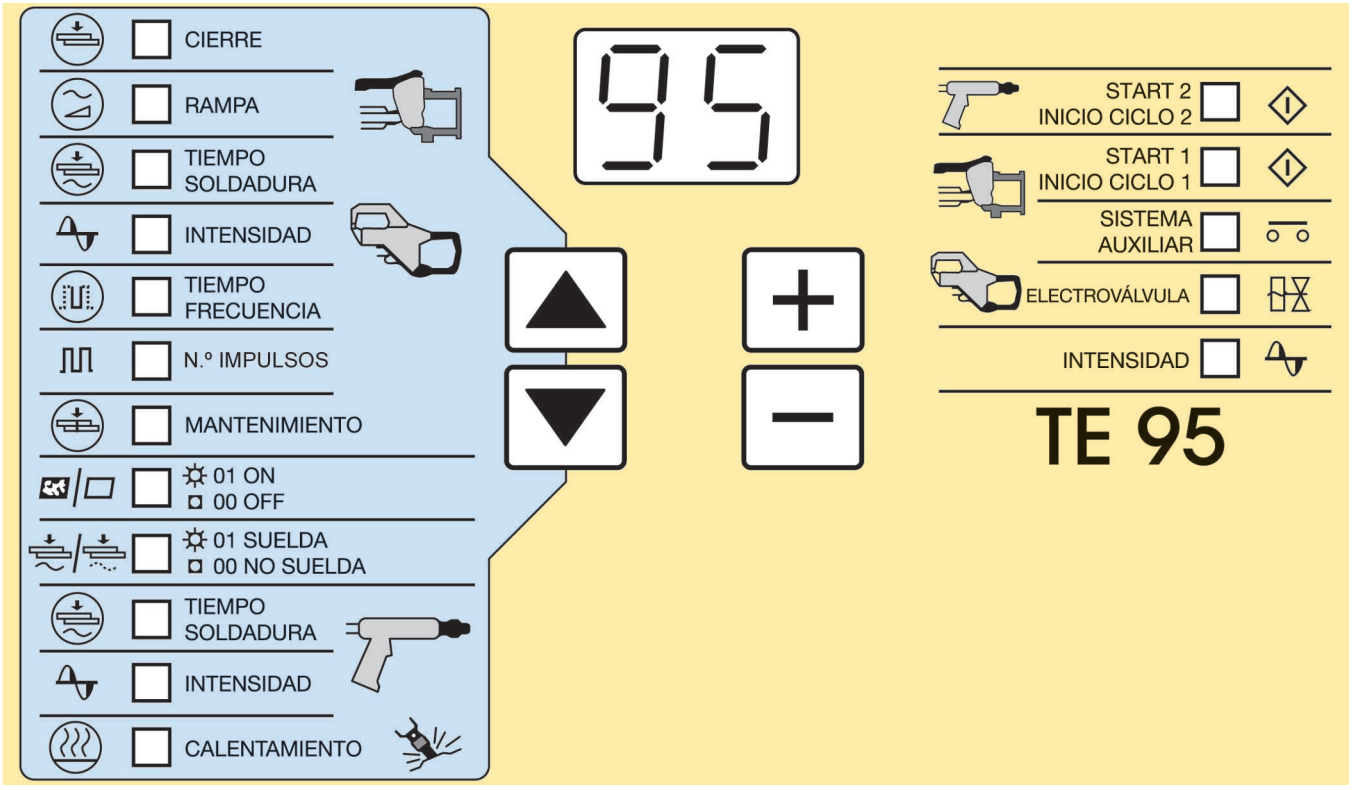


Figura 11.140. **Panel de control.**

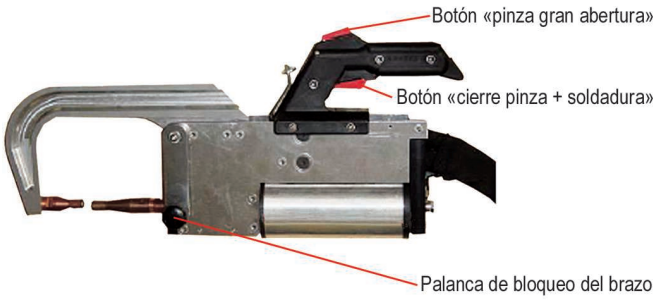


Figura 11.141. **Potaelectrodos.**

Figura 11.142. **Puntas de electrodos.**

Los electrodos

Los electrodos se fabrican de un material que es buen conductor eléctrico y térmico (generalmente aleaciones de cobre-cromo), y tienen una alta resistencia mecánica para que no se deformen con la presión.

La geometría de la punta de los electrodos suele ser generalmente troncocónica o con terminación esférica (Figura 11.142). La primera presenta la ventaja que fácilmente se pueden preparar la superficie y el diámetro de las puntas para distintos espesores de chapa, incluso existen útiles para facilitar esta labor (Figura 11.143). En cambio las puntas esféricas aportan la ventaja de realizar puntos de soldadura más sólidos.

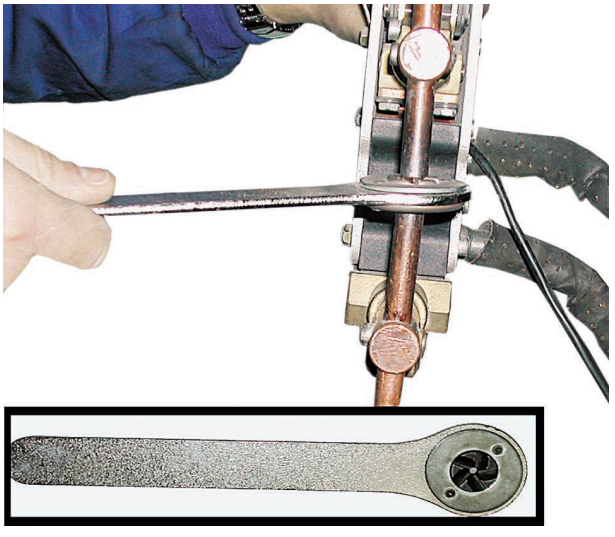


Figura 11.143. **Útil para preparar las puntas de los electrodos.**

© Ediciones Paraninfo

A continuación, en la figura se describe el proceso de formación de un punto de soldadura con la punta troncocónica y con la esférica, donde se puede observar sus diferencias más significativas.

En la Figura 11.144, en el detalle (a) la corriente se expande por toda la superficie del electrodo, penetrando en profundidad en la chapa, como se observa en el detalle (b). Esto produce que se caliente ligeramente una gran superficie, provocando una fusión profunda (hasta el 30 % del grosor de la chapa), con bordes afilados, quedando un perfil como el representado en el detalle (c).

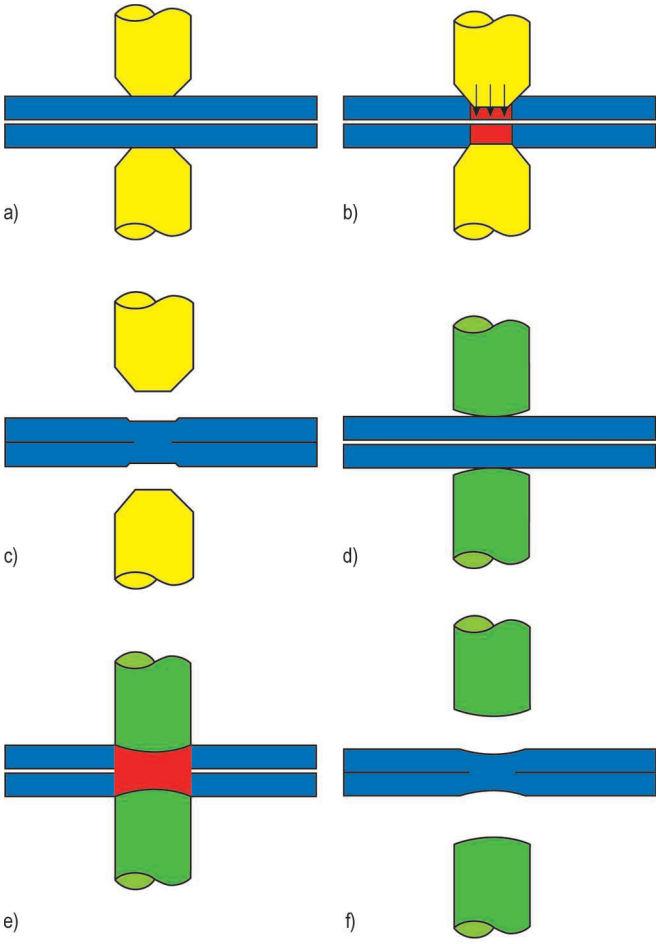


Figura 11.144. Electrodos esféricos y troncocónicos.

En cambio, en el detalle (d), la corriente se concentra en el centro del electrodo, el calentamiento rápido del centro del punto se expande cuando los electrodos empiezan a penetrar en la chapa. La parte externa del electrodo redondo sigue estando en contacto con la zona fría y dura de la chapa, tal y como se observa en el detalle (e). Esto evita que se produzca una profunda fusión (máximo un 15 % del grosor de la chapa), consiguiéndose un punto más sólido, con un perfil como el representado en el detalle (f).

Las dimensiones de la punta de los electrodos (Figura 11.145) influyen en la densidad de la corriente eléctrica necesaria para poder realizar la soldadura, que por regla general han de soportar de 10 a 120 A por milímetro cuadrado. Como norma el diámetro de la zona de contacto o punta del electrodo debe ser:

$$D = 2e + 3 \text{ mm}$$

siendo e el espesor de la chapa más fina en mm.

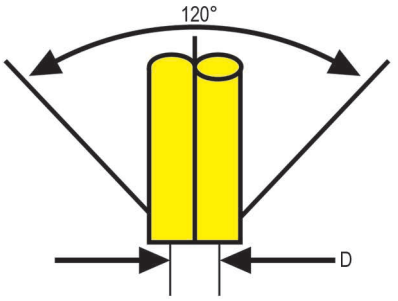


Figura 11.145. Dimensión punta electrodo troncocónico.

Si se sueldan dos piezas de diferente espesor, se originan una serie de problemas por defecto de calentamiento. En estos casos, la chapa más gruesa tiene más resistencia. Esta eventualidad puede corregirse utilizando una punta de diámetro más pequeña en la chapa más gruesa para aumentar la densidad de la corriente, asegurando una distribución más uniforme del calor.

Un problema similar surge cuando se sueldan dos metales de diferente conductividad eléctrica. En el material con más conductividad se debe aplicar un electrodo de mayor diámetro para lograr el equilibrio térmico.

Existen diferentes formas de electrodos y portaelectrodos dependiendo del trabajo a efectuar (Figura 11.146).

Los electrodos siempre deben estar bien alineados (Figura 11.147) y con las caras de apoyo paralelas en toda su sección, eligiéndose los portaelectrodos más cortos para evitar la disminución de la intensidad efectiva y la disminución de la presión.

Si no se quiere dejar marca en una de las piezas a unir, se interpone una placa de cobre rojo entre la chapa donde no se quiere dejar marca y el electrodo (Figura 11.148).

El calor producido en la soldadura aumenta progresivamente la temperatura de los electrodos, provocando en

© Ediciones Paraninfo

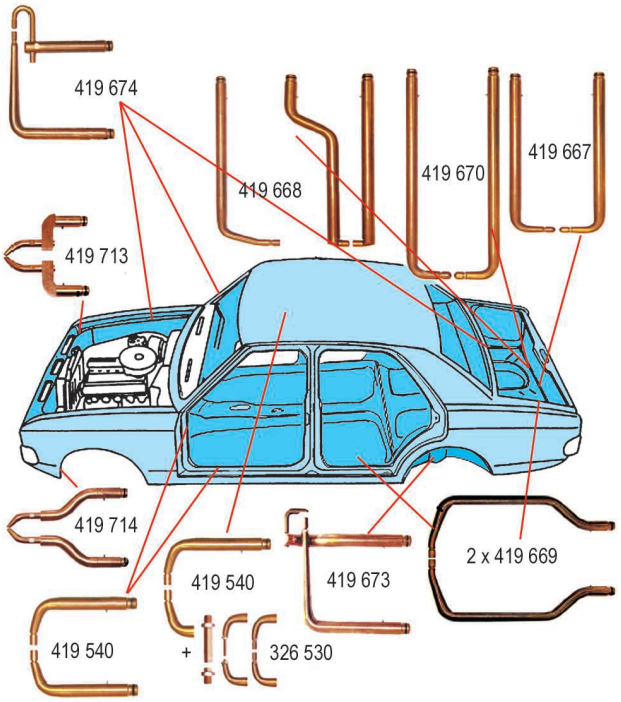


Figura 11.146. Diferentes electrodos para soldadura por resistencia.

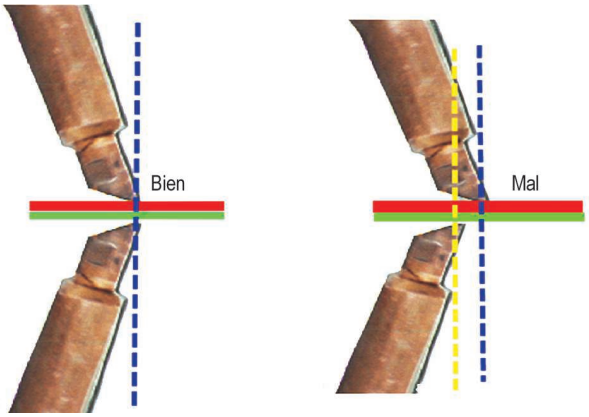


Figura 11.147. Alineación de los electrodos.

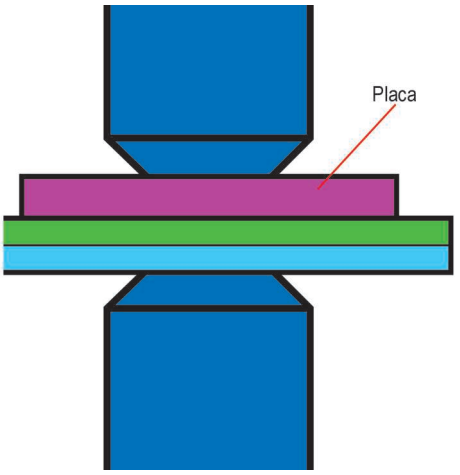


Figura 11.148. Placa de cobre para no dejar marcas.

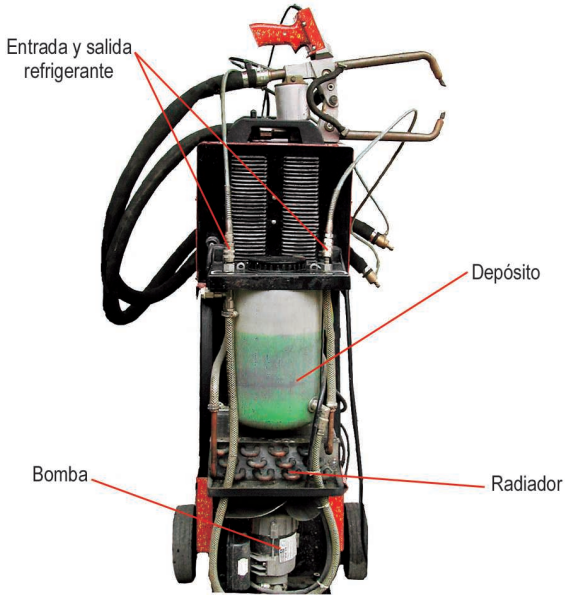


Figura 11.149. Circuito de refrigeración de los electrodos.

estos un calentamiento excesivo en la zona de contacto y una disminución en la calidad de los puntos. Para evitar este problema algunos equipos llevan incorporado un sistema de refrigeración (Figura 11.149), compuesto por un circuito cerrado de líquido refrigerante que llega hasta los electrodos gracias a una bomba que tiene incorporado el circuito, pasando a continuación por un radiador donde el calor es transmitido al medio ambiente. En aquellos equipos que no disponen de este sistema de refrigeración, se deberán enfriar los electrodos en un recipiente de agua después de realizar varios puntos. Antes de introducirlos en el agua, esperar unos segundos para que disminuya la temperatura de los mismos.

En estos equipos el mantenimiento no requiere gran dedicación. Normalmente, basta con mantener correctamente el cableado eléctrico, no rebasar el factor eléctrico de la máquina, mantener los electrodos con pulcritud y limpiar al menos una vez al año la fuente de alimentación (Figura 11.150), para eliminar la suciedad que se pueda haber acumulado, ya que esto provocaría un sobrecalentamiento del mismo.

© Ediciones Paraninfo

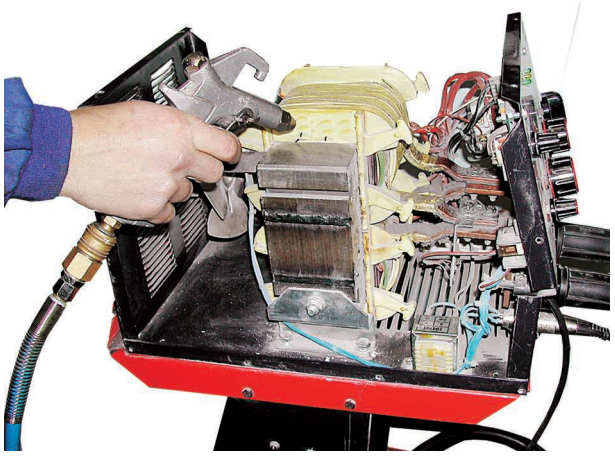


Figura 11.150. Limpieza de la fuente de alimentación.

11.9.3. Parámetros que intervienen en la soldadura

Los parámetros básicos a regular en este tipo de máquina son principalmente:

- La intensidad.
- El tiempo de soldadura.
- La presión que ejercen los electrodos.

Nos obstante, en el mercado existen máquinas de soldar en las que se pueden regular otros parámetros que también influyen en la calidad de la soldadura como:

- Tiempo de rampa.
- Tiempo de mantenimiento.
- Tiempo de acercamiento.
- Impulsos.

Acercamiento

Solo se utiliza en los equipos que disponen de un circuito neumático o hidráulico para desplazar las puntas. Representa el intervalo de tiempo que existe entre el momento en que las pinzas empiezan a cerrar los electrodos y el momento efectivo de la soldadura. El valor debe ser suficientemente alto como para permitir que las pinzas alcancen su máxima presión antes de que se inicie la soldadura.

Una regulación baja de esta función produce chispas y proyecciones entre los electrodos y las piezas a unir.

Tiempo de soldadura

El tiempo es un parámetro que está muy relacionado con la intensidad establecida. Es el período de tiempo durante el cual circula la corriente eléctrica entre los electrodos a través de las piezas a unir. Depende de:

- El espesor de las piezas a unir.
- La constitución del material a soldar.

El tiempo ha de ser siempre el menor posible, de lo contrario el calor que produce el paso de los electrones, se podría disipar por conducción en el resto del material, formándose una unión defectuosa.

Presión de la soldadura

El valor de la presión que ejercen los electrodos debe ser regulado en todos los equipos de acuerdo con el espesor de los materiales a soldar y con la naturaleza de los mismos. Este es un parámetro que en ocasiones no se le da la importancia que se merece y puede provocar defectos en la soldadura.

Si la presión es muy elevada, obliga a los electrodos a acercarse al área reblandecida produciendo una huella profunda en las chapas, adelgazando y debilitando la soldadura y pudiendo provocar deformaciones en los electrodos. En cambio, una presión escasa provoca salpicaduras de material, al producirse un arco eléctrico entre los electrodos y las chapas a soldar.

La presión recomendada para el acero oscila alrededor de 10 kg/mm^2.

Corriente de soldadura

La intensidad eléctrica será la necesaria para que las piezas a unir se fundan, sin llegar a la fusión total.

Los valores de intensidad deben ser muy elevados ya que dependen de la resistencia eléctrica, pudiendo alcanzar del orden de los 9000 A. El límite superior de la soldadura se alcanza cuando el material comienza a producir salpicaduras durante el proceso de calentamiento. Por el contrario, una intensidad de poco valor produce una soldadura deficiente.

Los valores óptimos se encuentran muy próximos al límite de salpicadura.

La tensión es bastante baja, del orden de unos 2 V durante el período de soldadura y de unos 12 V en circuito abierto.

Rampa

La corriente programada no circula instantáneamente, sino de forma progresiva. A este período se le denomina rampa, que es el tiempo en el que se alcanza el valor programado de corriente de soldadura. El valor inicial de esta rampa siempre es igual a la potencia mínima, mientras el valor final que alcanza se corresponde con la corriente programada.

© Ediciones Paraninfo

Mantenimiento

Esta función solo se utiliza en los equipos cuyas pinzas sean accionadas mediante circuitos neumáticos o hidráulicos y representa el tiempo que transcurre entre el final de la soldadura y la apertura de los electrodos. También se le denomina período de forjado.

Impulsos

En determinados materiales, para evitar el calentamiento excesivo, se puede soldar a intervalos o impulsos. En este caso hay que regular el número de impulsos con el que se puede efectuar la soldadura, en algunos equipos el tiempo que debe de transcurrir entre cada impulso (a este tiempo se le denomina tiempo frío o intervalo).

11.9.4. Técnica para regular los parámetros de soldadura

Consiste en realizar unos puntos de soldadura de pruebas utilizando chapas del mismo material y grosor de las que a continuación se van a soldar en el vehículo, con el fin de conocer los parámetros adecuados, siguiendo el siguiente orden:

1. Limpiar correctamente las superficies de las chapas y aplicarles una imprimación soldante (imprimación antióxido a base de cinc), la cual impide que se produzca la oxidación, a la vez que asegura una baja resistencia. A continuación, colocar la escala de regulación del tiempo en una graduación baja.
2. Asegurarse de que no existen espacios entre las piezas a soldar. Cualquier espacio entre las superficies a soldar reduce el flujo de la corriente, igualmente, si las superficies no están totalmente planas, el contacto disminuirá y el punto de soldadura (si se produce) será de mala calidad (Figura 11.151).

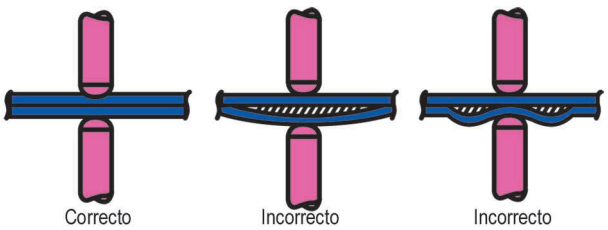


Figura 11.151. **Acoplamiento de las piezas a unir.**

3. Efectuar varias soldaduras de prueba, aumentando progresivamente la intensidad hasta obtener el estallido del núcleo de fusión, es decir hasta el límite de salpicadura. En este momento retroceder un punto la intensidad.
4. Actuar de nuevo sobre el regulador de tiempo y realizar diferentes soldaduras, aumentando cada vez un punto, hasta conseguir una huella del núcleo correcta, tanto en el color como en su diámetro (Figura 11.152). Como ejemplo en la soldadura de dos chapas de 0,7 mm, los puntos han de tener un núcleo de 5 mm aproximadamente.

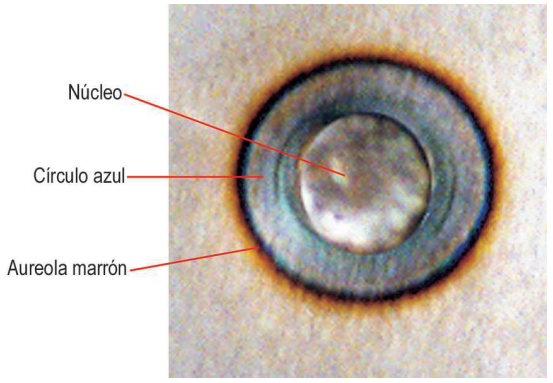


Figura 11.152. **Punto de soldadura.**

El color del núcleo debe ser blanco en el centro, rodeado con un círculo azulado que a su vez le rodea una aureola marrón.

Para determinar la calidad del punto, no es suficiente con observar el color del mismo. La forma más eficaz de verificarlo es proceder a separar la unión. Para ello, realizar un punto de soldadura con los parámetros preestablecidos en dos chapas de las mismas características. Al separarse, el punto no se debe romper, la separación debe producirse desgarrándose el material de una de las chapas. El punto arrancado debe ser igual a dos veces el espesor de la chapa más fina más 3 mm; es decir, que sobre dos chapas de 1 mm, el punto arrancado debe ser 1 = + 1 + 3 = 5 mm (Figura 11.153).

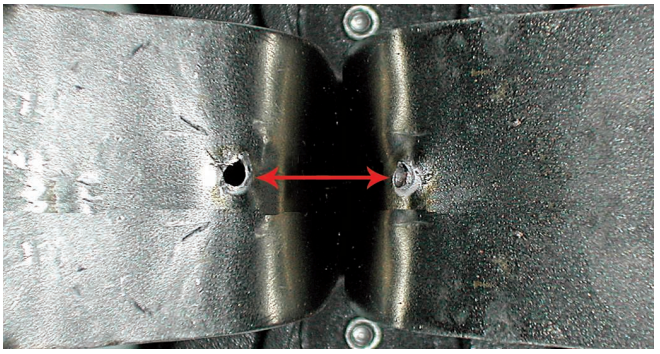


Figura 11.153. **Separación punto de soldadura.**

© Ediciones Paraninfo

La Tabla 11.11 puede ser orientativa para conocer el diámetro del núcleo en función del espesor de las chapas.

Tabla 11.11. Diámetro del núcleo en función del espesor de las piezas a unir

e (mm)	0,6	0,7	0,8	1	1,1	1,3	1,5
0 (mm)	4,5	5	5	5,5	5,5	6	6,5

e = espesor de cada chapa. 0 = diámetro del núcleo.

11.9.5. Distancia entre puntos y bordes

La fuerza de unión en este tipo de soldadura se encuentra en función del «paso» de los puntos, es decir, de la distancia que existe entre cada punto. Si la separación entre cada punto es muy elevada, la unión entre los elementos puede que no sea la adecuada; en cambio, la unión se fortalece a medida que el paso de los puntos se acorta.

Si los puntos de soldadura están muy próximos unos de otros, puede producirse una derivación de corriente por las soldaduras cercanas, disminuyendo la intensidad de corriente y, por tanto, quedando un punto de soldadura deficiente y consumiendo más energía eléctrica de la necesaria, produciéndose una unión defectuosa.

La distancia aconsejable es de unos 30 a 40 mm de separación entre cada punto (Figura 11.154), y de ser posible, que no coincidan con los puntos de soldadura realizados en fábrica o en un montaje anterior (Figura 11.155).

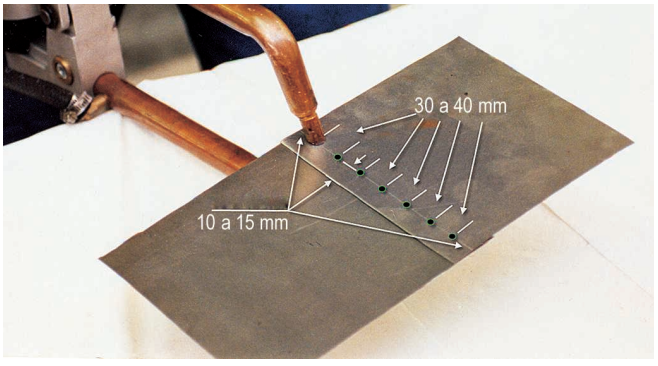


Figura 11.154. Distancia correcta entre los puntos.

De igual forma, la distancia del punto de soldadura al borde de la pieza debe ser 2,5 veces el diámetro del electrodo. En carrocería se suele dejar una distancia de 10 a 15 mm en espesores de chapas de hasta 1,5 mm.

Una distancia inferior implicaría la expulsión de material fundido por la junta, deformaciones en los bordes y un deterioro de los electrodos (Figura 11.156).

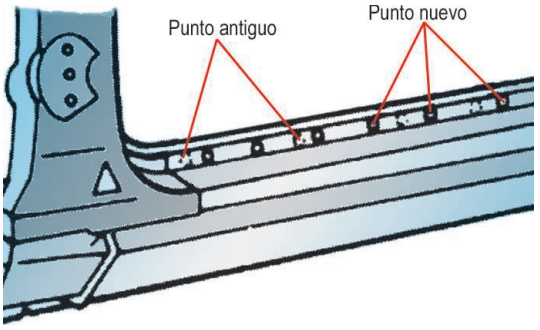


Figura 11.155. No hacer coincidir los puntos antiguos con los nuevos.

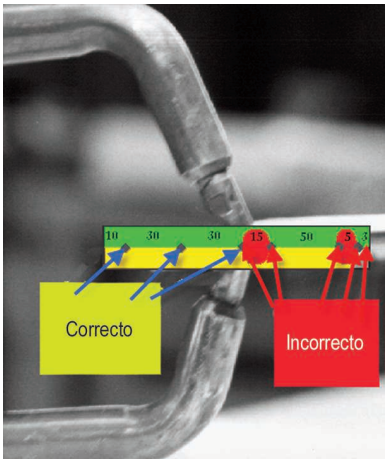


Figura 11.156. Distancia correcta e incorrecta entre puntos de soldadura.

11.9.6. Soldadura por protuberancia

Es una variante de la soldadura por puntos. En este procedimiento los puntos de soldadura se realizan en unos resaltes que se han realizado previamente en una de las chapas a unir. De esta forma, el paso de la corriente eléctrica se produce solo en los puntos de aplicación de los electrodos (Figura 11.157).

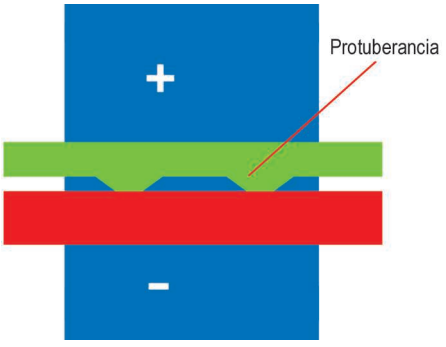


Figura 11.157. Soldadura por protuberancia.

© Ediciones Paraninfo

11.9.7. Soldadura con doble punto

Este método se utiliza cuando no se tiene acceso con los electrodos a las dos chapas que se pretende unir, aplicándose en este caso los dos electrodos sobre una de las chapas (Figura 11.158). El espesor de la chapa que queda al lado opuesto a los electrodos ha de ser igual o más espeso que la chapa que está en contacto directo con los electrodos. Este procedimiento de soldadura solo se utilizará cuando no exista otra posibilidad y en uniones que no estén sometidas a grandes esfuerzos, ya que en parte se está produciendo un cortocircuito entre los dos electrodos a través de la chapa con la que están en contacto, por lo que el punto de soldadura que se realiza no es tan bueno como con las pinzas.

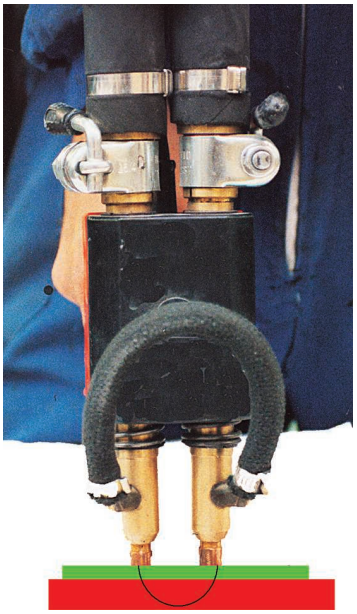


Figura 11.158. Soldadura con doble punto.

11.9.8. Soldadura por roldana o de costura

La soldadura por roldana o costura puede considerarse como una serie de soldaduras por puntos que se solapan entre sí. El resultado es una soldadura que se asemeja a una costura continua.

En este caso los electrodos han sido sustituidos por unos discos rotativos o semicirculares, denominados ruedas electrodos. Estos discos conducen la corriente y al mismo tiempo ejercen la presión sobre las chapas para su unión.

Las ruedas electrodos están fabricadas de una aleación especial de cobre (Figura 11.159).

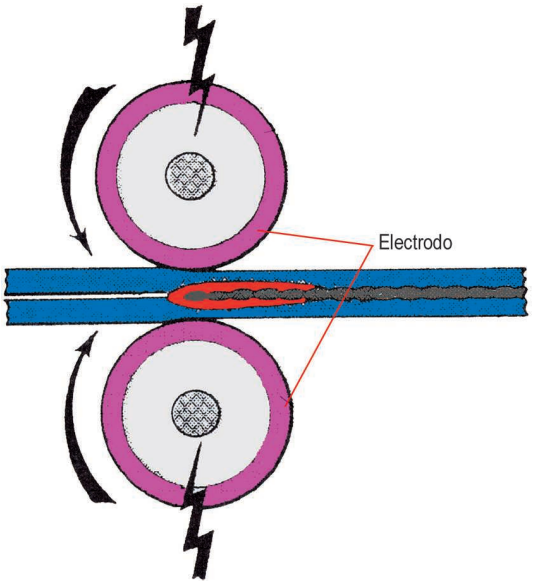


Figura 11.159. Soldadura por roldana.

11.9.9. Soldadura de empuje

Es la que se realiza con un solo electrodo aplicado a una de las chapas a unir. En la otra chapa se coloca la masa (Figura 11.160).

Figura 11.160. Soldadura por empuje.

En este tipo de soldadura es aconsejable que la chapa superior no sobrepase los 1,5 mm de espesor. Por el contrario, la chapa inferior no debe tener un espesor inferior a los 1,5 mm para que pueda soportar la presión ejercida por el operario sin que se produzca la separación entre las chapas debido a la presión ejercida.

© Ediciones Paraninfo

Otro factor importante en este tipo de soldadura es la conexión de la masa que debe estar lo más cerca posible de la zona donde se desea realizar la soldadura.

Es la menos recomendada ya que los puntos son menos resistentes, dado que la chapa se abomba hacia fuera al calentarse y el material superior se une al inferior en un área muy reducida.

11.9.10. Procedimiento operativo para realizar la soldadura

Para realizar la soldadura se debe seguir el siguiente procedimiento:

1. Seleccionar el brazo más adecuado (Figura 11.161).

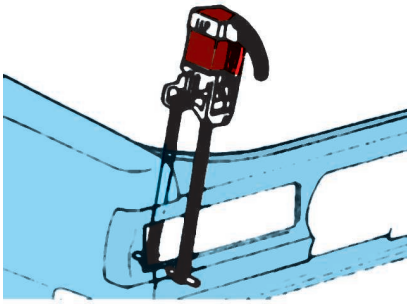


Figura 11.161. Seleccionar el brazo adecuado.

2. Limpiar y preparar las puntas de los electrodos: centrado, dimensiones, etc. (Figura 11.162).

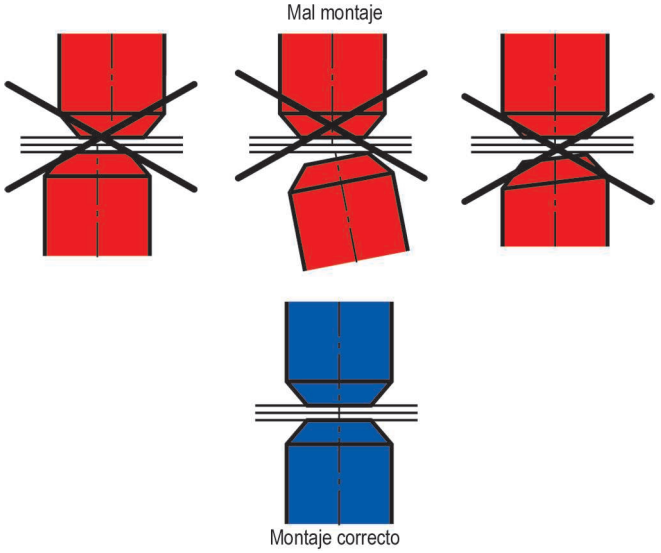


Figura 11.162. Limpiar y centrar los electrodos.

3. Limpiar, preparar y proteger con imprimación anticorrosiva de cinc la parte interior de las chapas.
4. Regular los parámetros de la máquina utilizando como prueba unas chapas del mismo material y grosor que las chapas a soldar. Recordar que el tiempo ha de ser siempre el menor posible.
5. Marcar los puntos donde se va a realizar la soldadura, respetando la distancia entre puntos y entre los puntos y el borde.
6. Si es preciso, sujetar las chapas para asegurar su correcto posicionamiento. Utilizar unas pinzas de plástico, para evitar la desviación de corriente eléctrica (Figura 11.163).

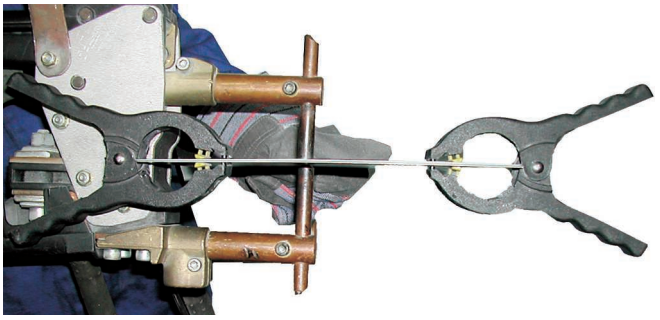


Figura 11.163. Sujetar con pinzas de plástico.

7. Cerciorarse de que no hay huecos o separación entre las chapas a unir.
8. Si se utilizan portaelectrodos de pinzas, apoyar el electrodo fijo en la chapa exactamente en el punto donde se tiene que realizar la soldadura y accionar la pinza para que se acerque el electrodo móvil, de lo contrario, será difícil realizar el punto en la zona adecuada.
9. Si se tiene que utilizar un soldador de empuje, habrá que colocar el electrodo de masa lo más cerca posible de los puntos a soldar.

11.9.11. Soldadura por resistencia eléctrica en el aluminio

El aluminio está recubierto por el óxido de aluminio (alúmina) que protege de la oxidación al aluminio, pero también impide que se puedan soldar correctamente, ya que hace de aislante eléctrico y tiene un punto de fusión muy elevado.

Por otro lado, el aluminio es un muy buen conductor térmico, por lo que es necesario aplicar una gran cantidad de energía para producir su fusión.

A pesar de estos inconvenientes, las piezas de aluminio de la carrocería también se pueden soldar aplicando el proceso y el equipo de soldar adecuado.

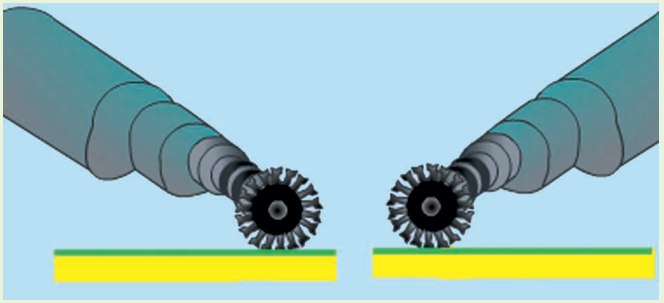
© Ediciones Paraninfo

PROCESO DE SOLDADURA POR RESISTENCIA ELÉCTRICA EN EL ALUMINIO

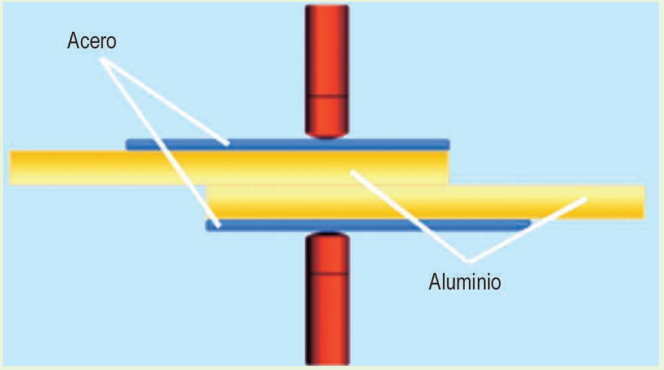
El proceso básico conlleva los siguientes pasos:

1 Eliminar la capa de alúmina utilizando un cepillo de acero inoxidable o de cromo níquel.

Hay que recordar que estas herramientas no se deben utilizar para trabajar con el acero para evitar contaminación.

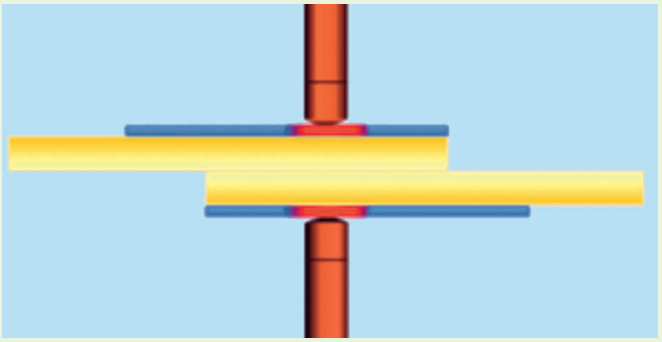


2 Acoplar entre los electrodos y las piezas a soldar unas láminas de acero inoxidable, de tal forma que el contacto de los electrodos lo realicen sobre las láminas.

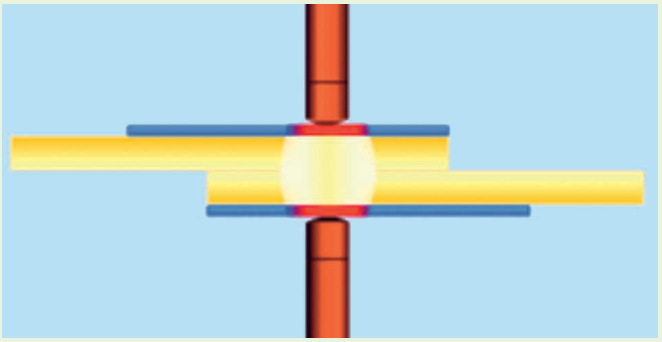


3 Una vez regulada la máquina, el calor generado por el paso de la corriente se concentrará en las láminas de acero inoxidable.

Las láminas no llegarán a fundirse, ya que su punto de fusión está sobre los 1500 °C y el del aluminio es de unos 600 °C.



4 El calor producido en las láminas es transmitido al aluminio produciéndose el punto de soldadura.



EJEMPLO DE SOLDADURA DE ELEMENTOS DE ALUMINIO POR RESISTENCIA

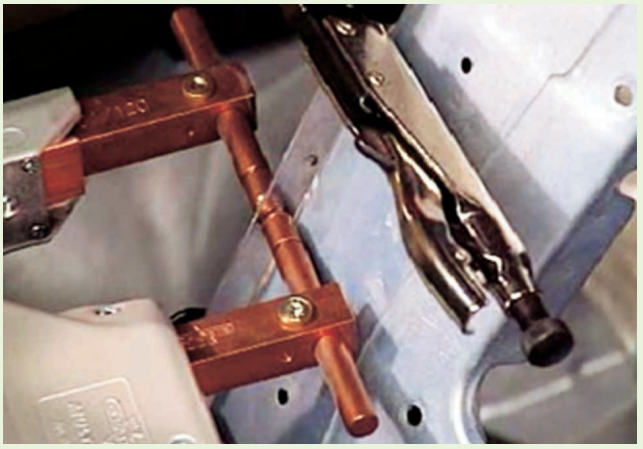
1 Esmerilar la capa de óxido superficial del aluminio.

Una vez eliminada esta capa continuar con el proceso de forma inmediata para evitar posibles contaminaciones u oxidaciones.

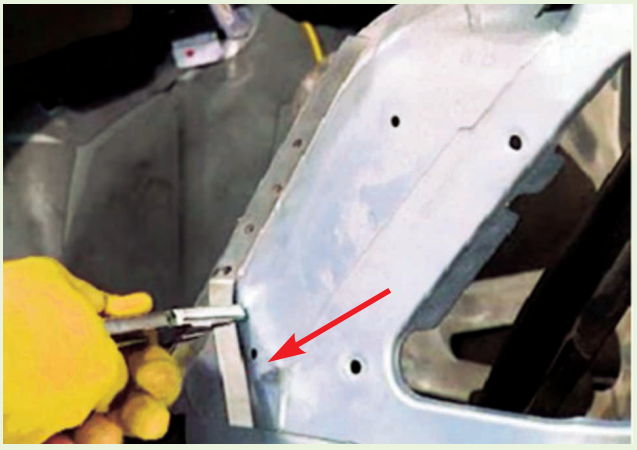
© Ediciones Paraninfo

2 Posicionar las piezas a soldar y añadir las láminas de acero inoxidable en cada lado que previamente se ha preparado.

3 Realizar los puntos de soldadura.



4 Con unos alicates retirar las láminas de acero inoxidable interpuestas entre los electrodos y las piezas a soldar.



11.9.12. Normas de seguridad e higiene

Es importante que tengamos en cuenta las siguientes consideraciones:

- Utilizar gafas transparentes para protegerse los ojos de las posibles salpicaduras.
- Utilizar guantes de protección (Figura 11.164).

Figura 11.164. Soldar siempre con protección.

- Comprobar que los conectores eléctricos y la toma de masa se encuentran en buen estado para evitar los riesgos de electrocución.
- Este tipo de equipos genera grandes campos magnéticos que podrán alterar el funcionamiento de elementos con componentes electrónicos (relojes, tarjetas, etc.), las personas que tengan instalado un marcapasos deben tener especial precaución con estos campos magnéticos.
- No utilizar la manguera por encima del cuerpo (Figura 11.165).
- No utilizar las máquinas estando el suelo húmedo.

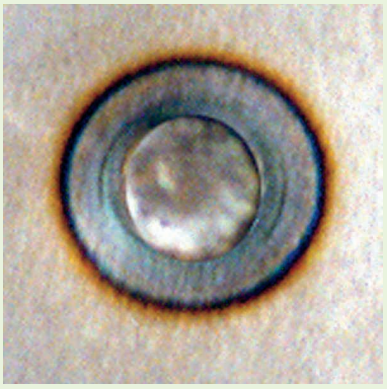
Figura 11.165. Nunca tener el cable sobre el cuerpo.

© Ediciones Paraninfo

DEFECTOS DE LA SOLDADURA

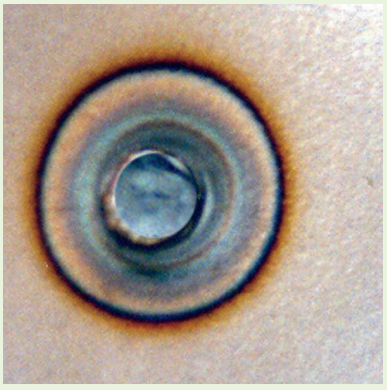
A continuación se muestran los defectos más importantes que se producen en la soldadura:

1 **Punto correcto.**

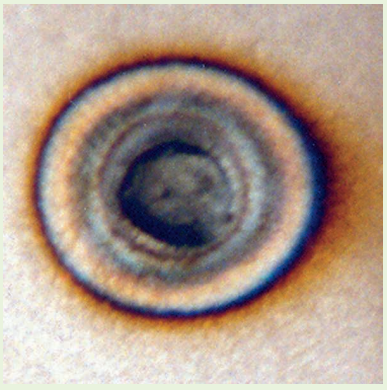


2 **Intensidad demasiado alta:** produce mucha salpicadura con una penetración demasiado profunda.

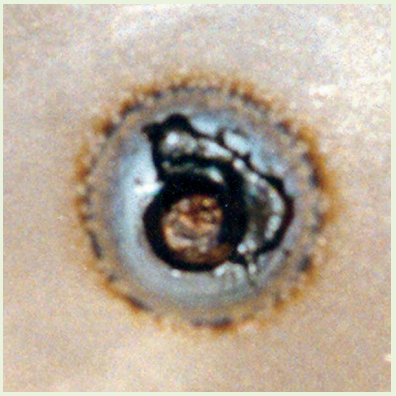
Al contrario, una intensidad demasiado baja no provoca la unión de las piezas, produciéndose una pegadura.



3 **Presión de apriete excesivo:** produce marcas profundas en las chapas y mucha salpicadura por la expulsión del núcleo.



4 **Presión de apriete pequeño:** produce muchas salpicaduras y provoca agujeros en las chapas a soldar; puede llegar a deteriorar los electrodos por inclusión de metal.



5 **Tiempo demasiado largo:** provoca el quemado del punto de soldadura originando un calentamiento excesivo de las chapas.

6 **Puntos asimétricos o deformados:** provoca un doble núcleo descentrado debido a la mala alineación de los electrodos. La unión de las chapas no es buena.

© Ediciones Paraninfo

ACTIVIDADES FINALES

Uniones soldadas

CUESTIONES

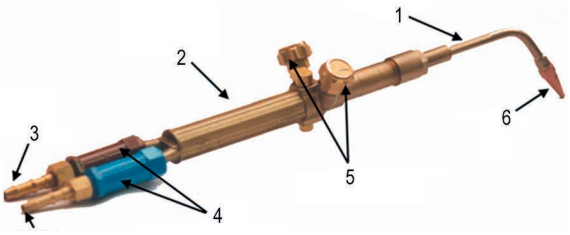
11.1. En general, los procesos de soldadura pueden clasificarse en:

11.2. Indica cinco tipos de soldadura en atmósfera controlada.

11.3. ¿Por qué está compuesto un equipo portátil moderno de soldadura oxiacetilénica?

11.4. ¿El acetileno es un gas inflamable?

11.5. Anota los nombres marcados en el soplete que se muestra a continuación:



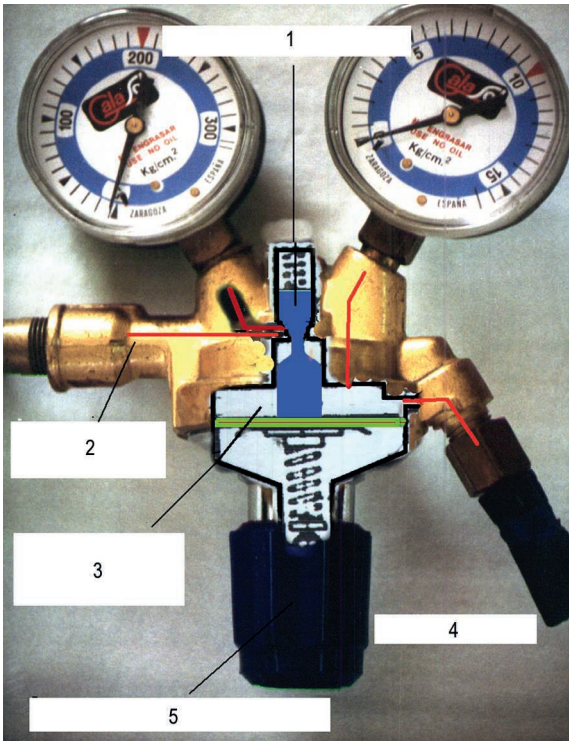
11.6. ¿En qué proporción se encuentra el oxígeno en el aire atmosférico?

11.7. Se produce en la boquilla el siguiente síntoma: *chasquido seco, con proyección del metal de soldadura en fusión.* ¿Cuáles son las posibles causas?

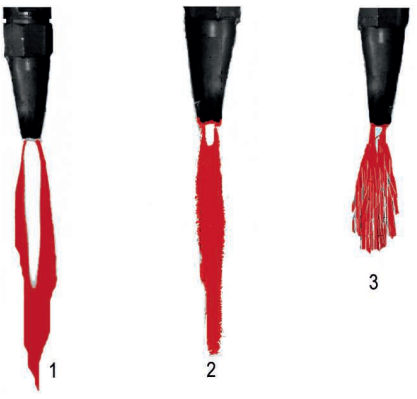
11.8. ¿Qué tipo de gas es el oxígeno?

11.9. El soplete tiene en su parte posterior las tomas donde van conectadas las mangueras que los unen con las botellas, ¿la entrada de la manguera del oxígeno cómo rosca?

11.10. Indica los nombres de las zonas marcadas del manorreductor:

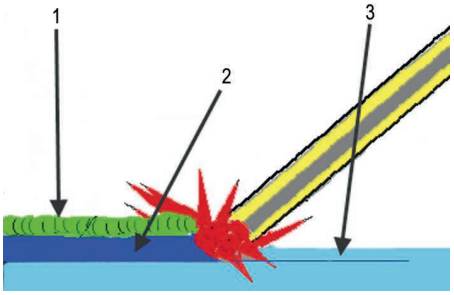


11.11. ¿Cómo se denominan estas llamas?



© Ediciones Paraninfo

11.12. Indica las zonas marcadas de la soldadura eléctrica con electrodo revestido:



11.13. ¿Por qué elementos está compuesto el equipo de soldadura eléctrica con electrodo revestido?

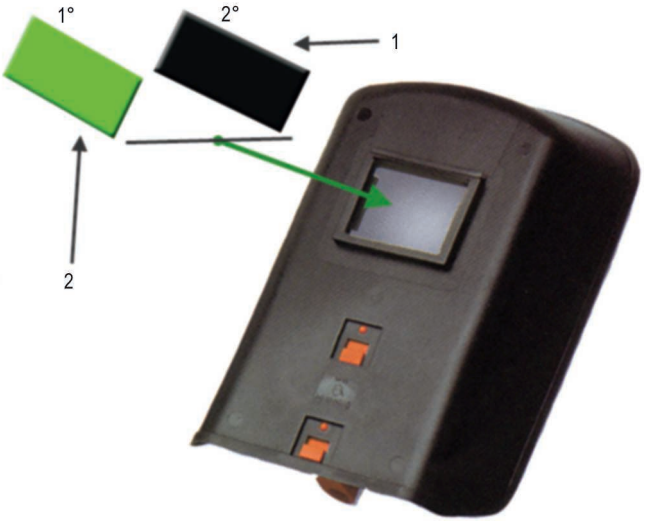
11.14. ¿Qué es el factor de marcha?

11.15. ¿Qué es la tensión de vacío?

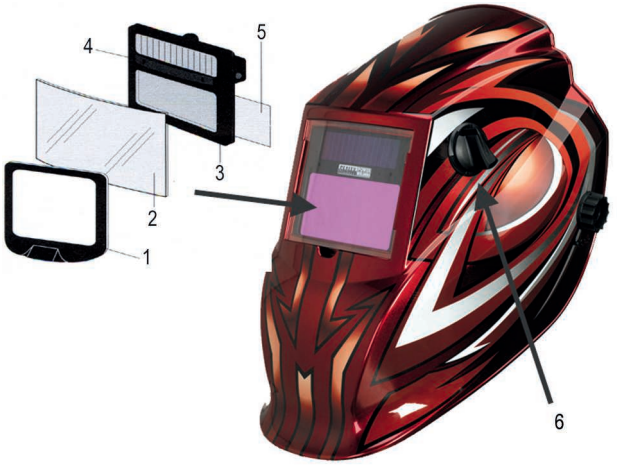
11.16. ¿Qué es la tensión de cebado?

11.17. ¿Cómo se denominan las prendas de seguridad marcadas?

11.18. ¿Cómo se denominas estos cristales de protección?



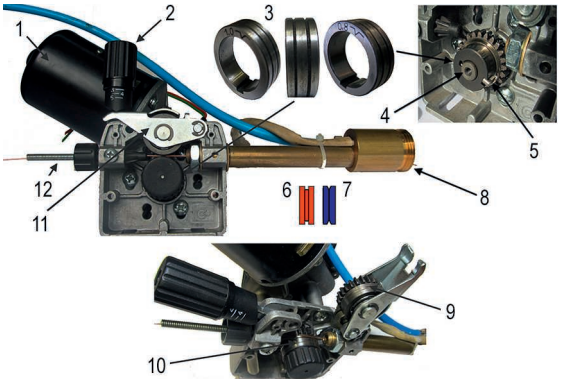
11.19. Anota las partes marcadas de la pantalla:



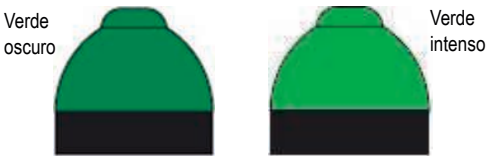
11.20. Indica los nombres de las partes marcadas del electrodo:

© Ediciones Paraninfo

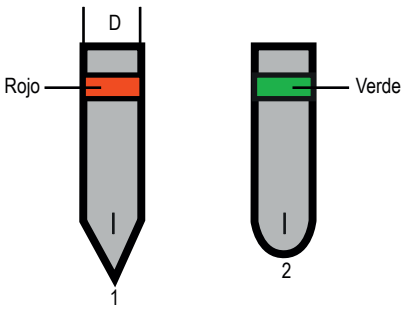
11.21. Completa los nombres de la figura siguiente:



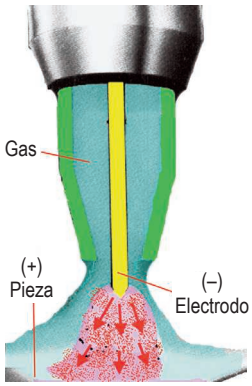
11.22. ¿Cuál de estas dos botellas contiene argón?



11.23. Indica para qué corriente están preparados los electrodos de la figura que se muestra a continuación:



11.24. Según la figura que se muestra a continuación, la conexión, ¿es de polaridad directa o inversa?



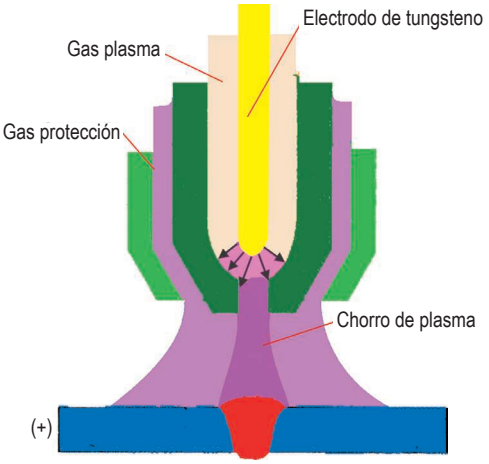
11.25. Indica cuatro posibles recubrimientos de los electrodos.

11.26. ¿Qué es el preflujo?

11.27. ¿Qué es el posflujo?

11.28. ¿Qué es la polaridad?

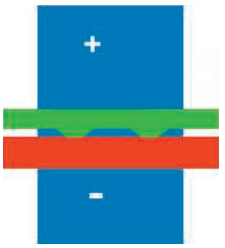
11.29. Localiza el error que hay en la nomenclatura de la figura



11.30. Indica qué significan las siglas GTAW.

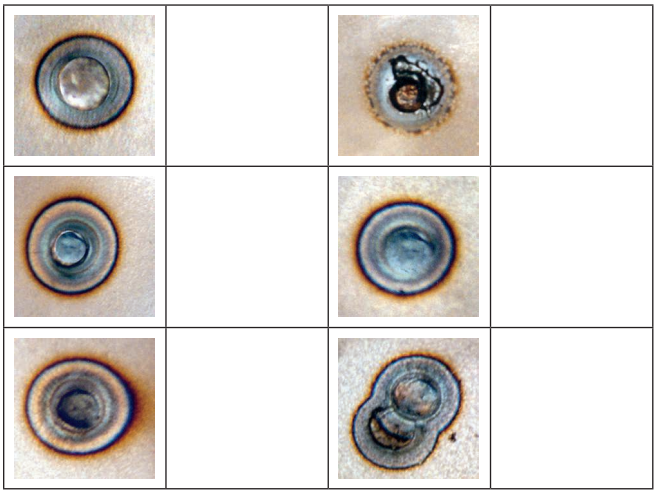
11.31. Según la huella de la figura, se puede decir que los electrodos utilizados para realizar este punto de soldadura, ¿son del tipo troncocónico o esféricos?

11.32. ¿Cómo se denomina este tipo de soldadura?



© Ediciones Paraninfo

11.33. Indica qué defectos tienen los siguientes puntos de soldadura.

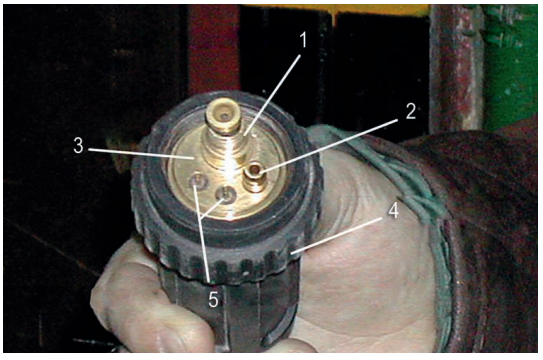


11.34. Un electrodo viene identificado por las siguientes siglas:

E 60 1 3

¿Qué significan cada una de ellas?

11.35. Indica los nombres de las conexiones de la manguera:

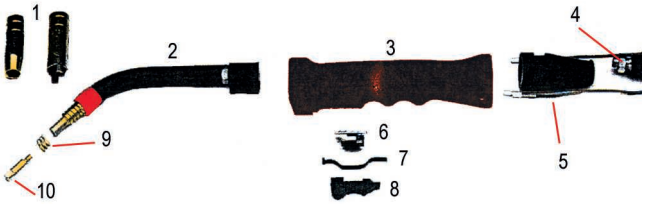


11.36. ¿Qué es la presión de funcionamiento del gas protector?

11.37. Indica qué colores tiene que tener la ojiva de los siguientes gases: inerte, oxidante, tóxico, inflamable, oxígeno.

11.38. Anota los componentes básicos de un equipo de soldadura por resistencia eléctrica.

11.39. Anota los nombres de los elementos marcados del soplete:

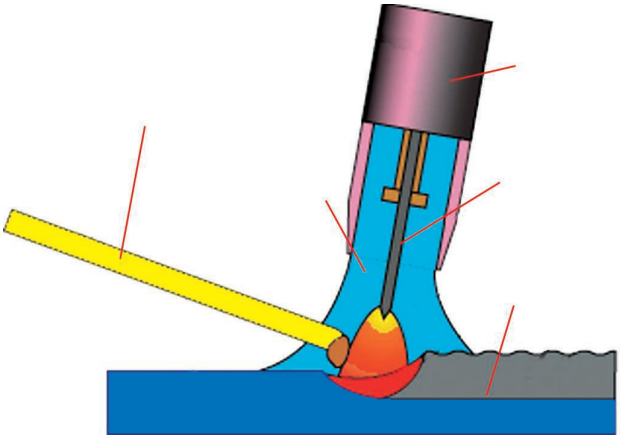


11.40. Una de las dos sirgas tiene un defecto, ¿cuál es?

11.41. Escribe dos gases que estén considerados como inertes.

11.42. Indica los nombres de los elementos de la soldadura TIG marcados en la figura.

11.43. Anota los nombres de los elementos del equipo de soldadura TIG de la siguiente figura:



11.44. Indica los métodos más usuales de soldadura por resistencia eléctrica.

11.45. Escribe los nombres de los elementos marcados del portaelectrodos.

© Ediciones Paraninfo

ACTIVIDADES PROPUESTAS

11.1. Localiza las normas de seguridad en el empleo de botellas de acetileno.

11.2. Comprueba con agua jabonosa la estanqueidad del circuito del acetileno y oxígenos del equipo de soldadura oxiacetilénica de tu centro.

11.3. Desmonta las válvulas antirretorno del equipo y verifica su estado.

11.4. Se va a realizar una soldadura eléctrica con electrodo revestido con una intensidad de 125 A. Localiza la numeración de cristal inactínico que se tendrá que utilizar.

11.5. Investiga e indica para qué se utiliza el electrodo KD30.

11.6. Fotografía una etiqueta de las botellas de soldadura de tu aula-taller e identifica su contenido.

11.7. Localiza la ficha de seguridad de una botella de helio.

11.8. Describe los medios de seguridad personal y de extinción de incendio que tiene el aula-taller de tu centro educativo en la zona de soldadura.

11.9. Localiza los nombres y las funciones de los mandos de control de la máquina MIG/MAG que se muestra a continuación.

© Ediciones Paraninfo

Sustitución de elementos fijos

12

CONTENIDOS

12.1. Cortado
12.2. Cincelado
12.3. Aserrado
12.4. Despuntado
12.5. Desengatillado
12.6. Separación de soldadura continua
12.7. Extracción de remaches estampados
12.8. Corte por plasma
12.9. Sustituciones parciales

OBJETIVOS

- Aprender a identificar las líneas de corte y símbolos de los procesos de reparación.
- Conocer y operar correctamente los diferentes sistemas para separar uniones fijas.
- Conocer y operar correctamente con el corte de plasma.
- Realizar el mantenimiento de las herramientas y equipos utilizados en los cambios de elementos fijos.
- Reconocer e identificar las distintas posibilidades de secciones parciales que se presentan en una carrocería.
- Conocer y aplicar los medios de seguridad e higiene necesarios en estos procedimientos.

Introducción

Una vez realizada la valoración del daño que se ha producido en la carrocería y tomada la decisión de la sustitución, es necesario conocer las distintas posibilidades técnicas que existen para sustituir las piezas afectadas.

Las uniones fijas pueden ser engatilladas, pegadas o soldadas, y en este último caso la soldadura se puede realizar por diversos procedimientos. Las técnicas para reparar piezas ensambladas variarán en función del tipo de unión de las mismas; en cualquier caso, es necesario aplicar el proceso y especificaciones recomendados por el fabricante del automóvil.

Por otro lado, en función de la localización de las deformaciones sufridas por una pieza, se optará por la sustitución completa de la misma o por una sustitución parcial, a este método se le denomina cambio de sección parcial o de ahorro.

Independientemente del método a utilizar es indispensable que en todo momento se apliquen las técnicas propuestas por el fabricante del vehículo en sus manuales de reparación, ya que es el que mejor conoce la carrocería y cómo se debe reparar para que no pierda sus características constructivas.

Este tema se inicia con la simbología que se utiliza en los manuales de reparación y se exponen los distintos procedimientos que se pueden aplicar en la sustitución de elementos fijos y cambios de secciones parciales.

Los métodos de sustitución más usuales son:

- Cortado.
- Despuntado.
- Desengatillado.

12.1. Cortado

La operación de cortado se realiza con mucha frecuencia en el taller de carrocería. Para realizar esta operación, es necesario utilizar la herramienta adecuada en función de:

- El material (aluminio, acero, etc.).
- El corte a realizar (circular o lineal).
- El sentido del corte (izquierda o derecha).
- El tamaño de la chapa a cortar.

El primer paso para realizar la operación de corte consiste en trazar unas líneas de referencia (líneas de corte), que resultan imprescindibles para conseguir la precisión deseada. De la exactitud de estas líneas va a depender el acabado del resto de las operaciones.

Para el trazado se utiliza la punta de trazar (varilla de acero terminada en punta en los dos extremos, uno de los cuales suele ir doblado). Su utilización es similar a la de un lápiz (Figura 12.1). En ocasiones, la línea trazada con este útil es poco visible al realizar el corte, en estos casos, es recomendable remarcar la línea con un rotulador o la cinta adhesiva que se utiliza para enmascarar, haciendo coincidir el borde de la cinta con la línea de corte (Figura 12.2). La principal ventaja que se obtiene con este método es que el borde de la cinta es más visible y su contorno facilita seguir la línea de corte.

Figura 12.1. Punta de trazar.

Figura 12.2. Marcado de línea de corte con cinta de enmascarar.

Una vez realizado el trazado de las líneas, el corte de las chapas de la carrocería se puede realizar mediante cualquiera de los siguientes métodos:

- El cizallado.
- El cincelado.
- El serrado.
- El corte por plasma.

© Ediciones Paraninfo

También se puede utilizar el oxicorte, pero es un procedimiento que solo se utiliza ocasionalmente en la reparación de carrocerías, de hecho, en la actualidad, este sistema solo se utiliza para el despiece en el desguace, no obstante se desarrolla en el apartado de la soldadura oxiacetilénica.

12.1.1. Cizallado

Se denomina cizallado a la operación de cortar chapa mediante un procedimiento basado en el desplazamiento de dos cuchillas que pivotan en un punto rozando una con otra. Existen diversas herramientas de cizallar, pudiéndose clasificar en herramientas accionadas mecánicamente y las accionadas manualmente.

12.1.2. Cizalla accionada mecánicamente

Es la más utilizada en el taller. Se suele denominar cizalla universal (Figura 12.3) y se utiliza para cortar trozos de chapas medianas. Se acciona a través de una palanca que manipula el operario. La chapa a cortar se coloca entre las dos cuchillas, teniendo que coincidir la línea de corte con las cuchillas. Existen otros modelos para uso industrial, que cortan grandes láminas y son accionadas de forma hidráulica o eléctrica. El principal inconveniente que presentan es que producen pequeñas deformaciones en las chapas.

Figura 12.3. Cizalla accionada mecánicamente.

12.1.3. Cizalla accionada manualmente

Se utilizan para realizar cortes en chapas ensambladas sobre el propio vehículo o en chapas de pequeñas dimensiones. También se les denomina tijeras de carrocero. Existen diversos modelos, que se diferencian básicamente en la forma de sus cuchillas, que pueden ser:

- Para cortar en línea recta a izquierda o a derecha (Figura 12.4).

Figura 12.4. Cizalla manual de corte recto.

- Para realizar correctamente los cortes con estas tijeras hay que tener en cuenta las siguientes consideraciones (Figura 12.5).
  - Utilizar siempre guantes de protección.
  - Marcar la línea por donde se quiere realizar el corte.
  - Abrir las tijeras al máximo e introducirlas, hasta que el filo toque con el borde a cortar.
  - Procurar que las tijeras formen un ángulo recto con la chapa a cortar.
  - Ejercer presión en el mango y cortar la chapa sin llegar nunca al extremo del filo de las tijeras.
  - Volver a abrir las tijeras y repetir la operación hasta llegar al final del corte.

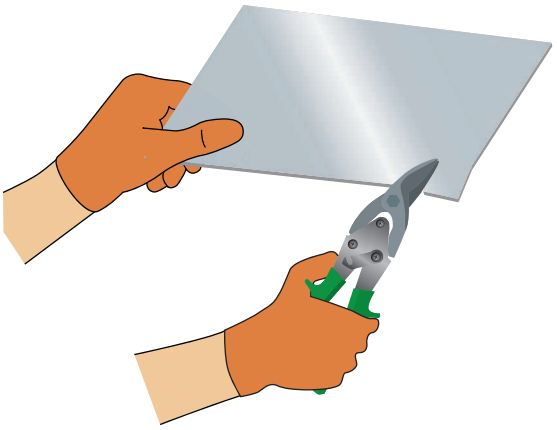


Figura 12.5. Corte recto de cizalla manual.

© Ediciones Paraninfo

- Para cortar en círculo a izquierda o a derecha (Figura 12.6).

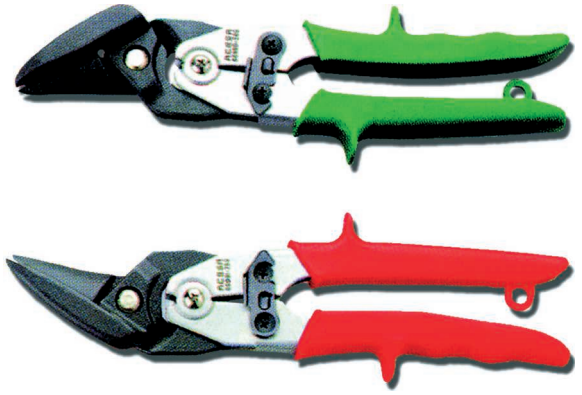


Figura 12.6. **Cizalla manual de corte curvo.**

- Para realizar correctamente los cortes con estas tijeras hay que tener en cuenta las siguientes consideraciones (Figura 12.7):
  - Utilizar siempre guantes de protección.
  - Marcar la línea por donde se quiere realizar el corte.
  - Realizar una perforación en el trozo de chapa sobrante para que se puedan introducir las puntas de las tijeras.
  - Introducir las tijeras desde abajo, ejercer presión en el mango y cortar la chapa sin llegar nunca al extremo del filo de las tijeras.
  - Volver a abrir las tijeras y repetir la operación hasta llegar al final del corte.

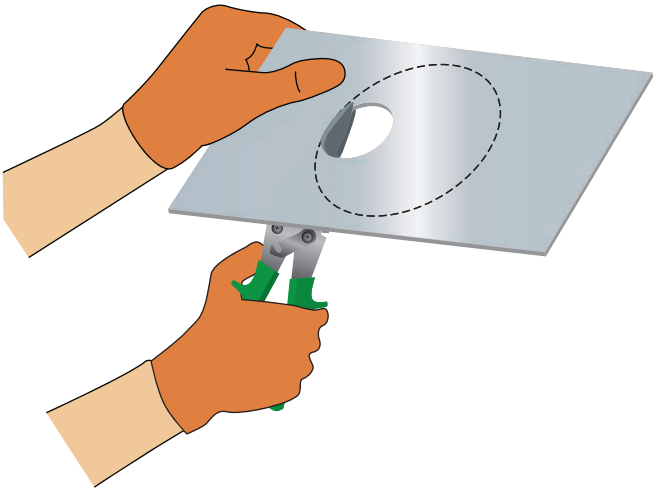


Figura 12.7. **Corte curvo con cizalla manual.**

El principal inconveniente que presenta este tipo de cizalla es el desgaste que sufren los filos de las cuchillas y las holguras que con el uso se forman, obligando al operario a realizar un mantenimiento continuo del afilado y ajuste.

Actualmente, existen en el mercado unas cizallas universales, con cuchillas intercambiables que realizan indistintamente cortes lineales y circulares (Figura 12.8), simplificando así las labores de mantenimiento.

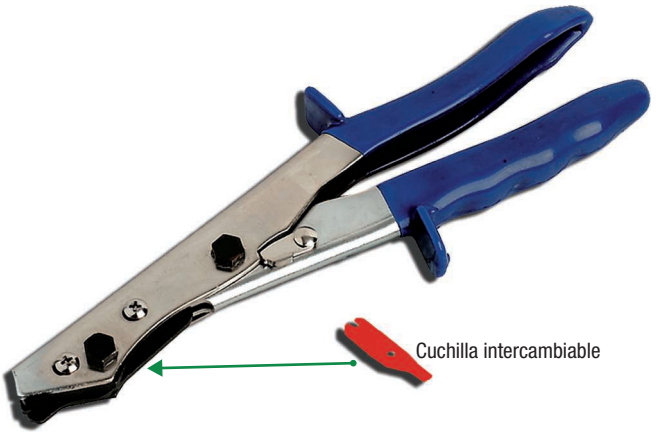


Figura 12.8. **Cizalla manual con cuchilla intercambiable.**

12.1.4. Cizalladora manual neumática

Es una herramienta que facilita el trabajo al operario ya que disminuye los esfuerzos físicos (Figura 12.9). Las cuchillas se accionan de forma neumática, por medio de un pulsador que manipula el operario. En la parte inferior de la empuñadura suele tener un regulador de presión.

Figura 12.9. **Cizalla neumática.**

© Ediciones Paraninfo

Otra herramienta de corte que funciona de forma similar es la roedora, que permite el cortado de chapas de hasta 1,5 mm de espesor sin deformaciones (Figura 12.10). Básicamente, consiste en un eje (punzón) de 4,5 mm de diámetro que mediante una muesca o rebaje va royendo la chapa que se introduce por la ranura de corte. Puede realizar cortes rectos y circulares.

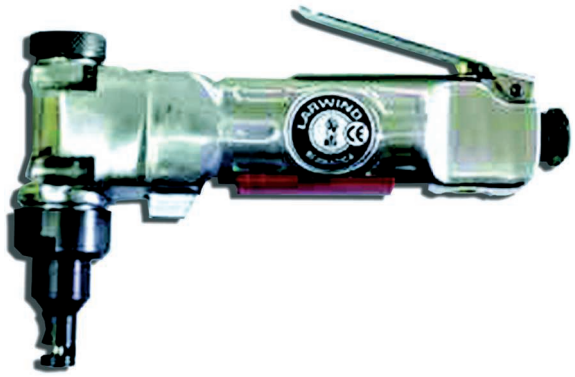


Figura 12.10. Roedora.

Durante el proceso de cizallado hay que tener las siguientes precauciones.

- Realizar siempre en primer lugar el trazado de las líneas de corte.
- Utilizar la cizalla adecuada al trabajo a realizar.
- Coger la cizalla de forma adecuada (según las instrucciones de uso del fabricante).
- Utilizar guantes.
- Respetar las instrucciones de seguridad en el uso de las herramientas neumáticas.

12.2. Cincelado

La operación de cincelar tiene por objeto desprender o separar el material utilizando el cortafríos, también se denomina cincel (Figura 12.11). Consiste en una barra rectangular de acero forjado y templado, consta de cabeza, cuerpo y filo.

Figura 12.11. Cortafrío o cincel con protector.

- La cabeza es la parte que se golpea. Debe ser de superficie pequeña y de forma cónica o ligeramente abombada para evitar que se formen rebabas que puedan producir lesiones en la mano e incluso para evitar desprendimientos de material mientras se está golpeando.
- El cuerpo, que es la parte por donde se agarra el cincel (nunca será de la forma circular para evitar que se gire). Es recomendable que la parte superior disponga de un protector para evitar posibles golpes en la mano con la que se sujeta (Figura 12.12).

Figura 12.12. Protector cortafrío.

- El filo es el encargado de cortar. Debe estar siempre en buen estado y dependiendo del trabajo a realizar, se elegirá el que tenga la forma y el ángulo más adecuado. Para el corte de chapas finas es aconsejable de 30º con aristas perfectamente alineadas.

Para cortar con el cincel se puede utilizar un martillo manual o neumático. Si es manual, es necesario asir fuertemente el cincel, poner el filo un poco inclinado respecto a la chapa a cortar y golpear fuertemente sobre la cabeza, observando siempre el filo y nunca la cabeza. (Si se observa la cabeza se corre el riesgo de sufrir golpes en la mano.)

El martillo neumático es una herramienta que actúa por percusión. Está compuesto por:

- La empuñadura, que es por donde se sujeta y que dispone del gatillo de accionamiento (Figura 12.13).
- La boca, donde se le acoplan distintos cinceles en función de la forma del filo (buril, gubias, saeta, etc.), de acuerdo al trabajo a realizar (Figura 12.14). Esta herramienta produce un fuerte ruido, por lo que se deberán utilizar cascos protectores.

Durante el proceso de cincelado hay que tener las siguientes precauciones.

- Realizar siempre en primer lugar el trazado de las líneas de corte.
- Utilizar guantes.

© Ediciones Paraninfo

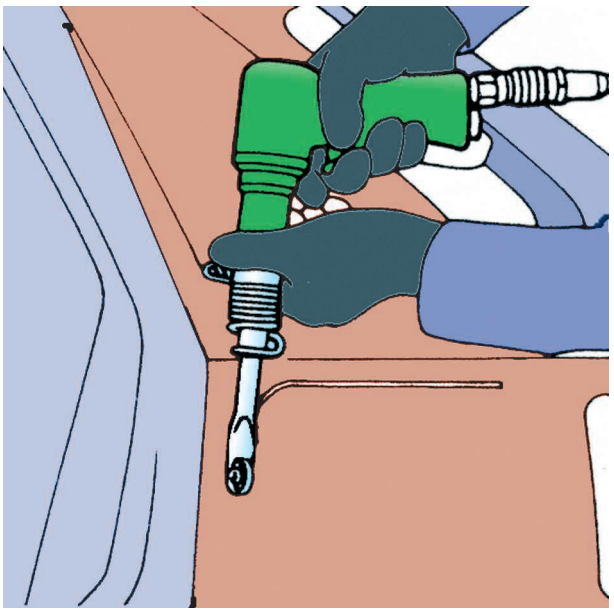


Figura 12.13. Utilización de martillo neumático.

Figura 12.14. Martillo neumático.

- Utilizar gafas de protección.
- Respetar las instrucciones de seguridad en el uso de las herramientas neumáticas.
- Utilizar auriculares protectores si se emplea un martillo neumático.
- Observar siempre el filo del cincel y nunca la cabeza.

12.3. Aserrado

El aserrado es seguramente el procedimiento más utilizado en la reparación de la carrocería, debido a su fácil manejo, versatilidad, el escaso calor producido por fricción, y además, deja los bordes sin deformaciones.

La operación de aserrado se realiza mediante una hoja de sierra, que es una lámina de acero duro con un dentado con diferentes formas geométricas (Figura 12.15) para impedir que se atasque la hoja (triscado, ondulado y cónico). La distancia que hay entre cada diente se denomina paso y oscila entre 0,8 a 2 mm.

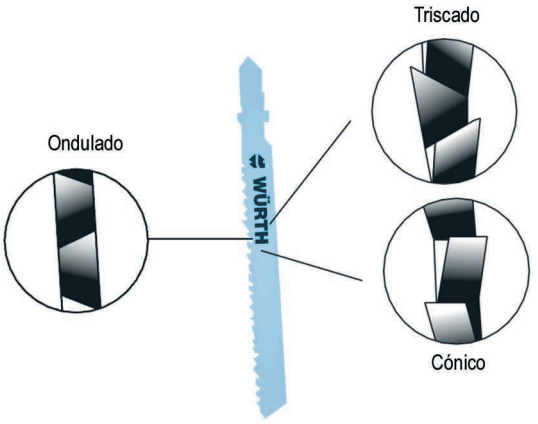


Figura 12.15. Hojas de sierra y triscado.

La elección del tipo de hoja dependerá de la dureza y del grosor de la pieza. Para cortar las piezas de la carrocería es conveniente utilizar un paso pequeño (0,8 mm). El paso también se expresa por el número de dientes que hay en una pulgada. Para una chapa de acero de 1,5 mm se utilizará una hoja que tenga muchos dientes por pulgada (32). En cambio, para una chapa de acero de unos 3 mm, se utilizará un paso con menos dientes (24). Si el material a cortar es más blando, como el aluminio, se utilizará una hoja con un paso de 14 dientes.

Para manipular la hoja de sierra se utilizan tres procedimientos; la sierra manual, la sierra neumática (Figura 12.16) y la sierra eléctrica.

La sierra neumática es una herramienta accionada por aire comprimido que transmite un movimiento alternativo a la hoja de sierra, permitiendo realizar los cortes con rapidez y precisión, sin que el operario tenga que realizar grandes esfuerzos físicos. Normalmente tiene un dispositivo para regular la velocidad de trabajo. La reposición de la hoja de sierra se realiza de forma fácil y rápida a través de un tornillo de sujeción. También se le puede instalar

© Ediciones Paraninfo

Figura 12.16. **Sierras neumáticas.**

una lima, en vez de la hoja de sierra para realizar pequeños trabajos de ajuste.

Para realizar cortes en líneas rectas existen otros tipos de sierras circulares neumáticas o eléctricas (Figura 12.17) que en vez de llevar una hoja de sierra, tienen un disco dentado, que realiza cortes de una profundidad de 2 mm en chapas de aceros ordinarios y de 7 mm en chapas de aluminio. Este útil tiene un gran rendimiento para cortar chapas externas que son prácticamente planas, pero tiene las limitaciones de no poder realizar pequeños cortes circulares y si la pieza a cortar presenta grandes desniveles, el disco no llega a cortar la chapa.

Figura 12.17. **Sierra circular.**

Durante el proceso de aserrado hay que tener las siguientes precauciones:

- Realizar siempre en primer lugar el trazado de las líneas de corte.
- Utilizar guantes, gafas de protección y casco (Figura 12.18).
- Respetar las instrucciones de seguridad en el uso de las herramientas neumáticas

Figura 12.18. **Para cortar se debe utilizar guantes, gafas o careta y protección auditiva.**

12.4. Despuntado

El método de unión más utilizado en la fabricación de la carrocería es la soldadura eléctrica por puntos. A la operación de separar estos puntos se le denomina despuntado. Los métodos de despuntado más utilizados son:

- Cincelado.
- Fresado.
- Taladrado.

12.4.1. Cincelado

Es un procedimiento poco aconsejable, que se utilizará cuando no exista otra posibilidad. El despuntado se realiza intercalando un cincel entre los bordes de las piezas que están soldadas (Figura 12.19) para producir su separación por corte. Con la utilización de este método, ambas piezas (la pieza a sustituir y la pieza donde está anclada) se suelen dañar, ya que el punto de soldadura tiene mayor resistencia que la zona que lo rodea, y el cincel se desplaza hacia la zona más débil obligando al operario a reparar los bordes de la pieza sobre la cual se tiene que soldar la pieza nueva.

© Ediciones Paraninfo

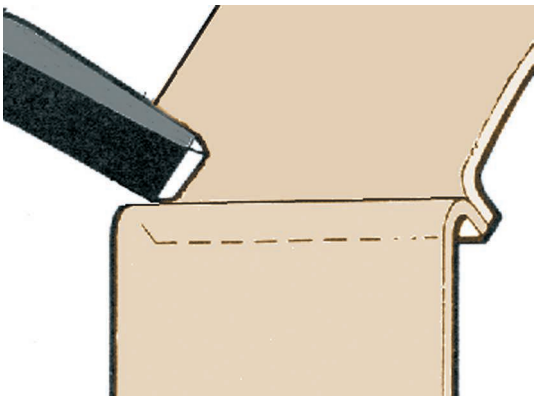


Figura 12.19. Separación por cincelado.

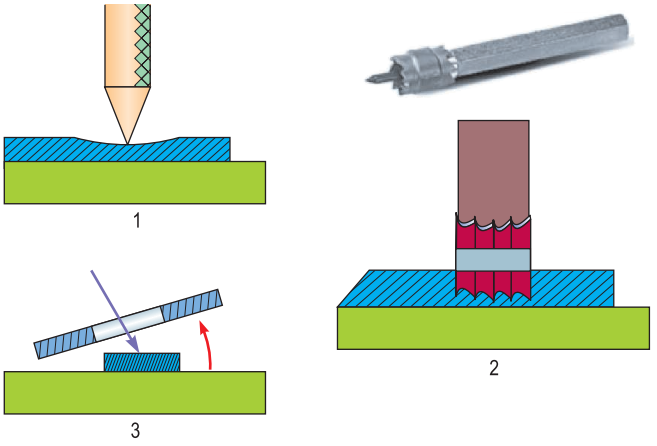


Figura 12.21. Proceso de despuntado con fresa.

12.4.2. Fresado

Consiste en la utilización de una fresa circular compuesta por un cabezal giratorio, provisto de unos dientes como las hojas de sierra (Figura 12.20). Su diámetro es ligeramente superior al punto de soldadura y tiene un dispositivo para regular la profundidad de fresado con el fin de no dañar la pieza que se ha de dejar. El centrado de la fresa respecto al punto de soldadura se realiza a través de un eje acabado en punta sobre la cual se desplaza la fresa. Este útil se utiliza con una taladradora eléctrica o neumática que es quien le transmite el movimiento.

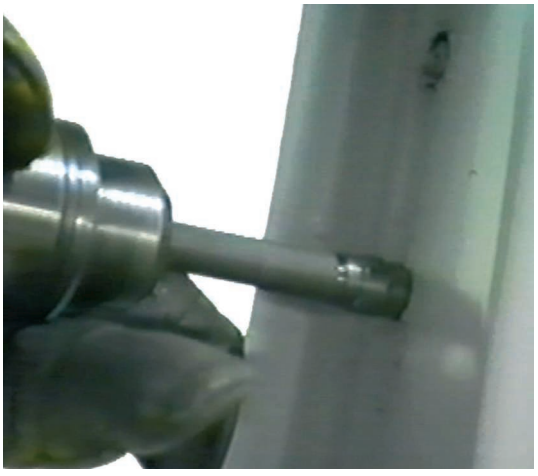


Figura 12.20. Despuntado con fresa

Antes de comenzar a fresar, es conveniente marcar con un granete el centro del punto para que el fresado se realice alrededor del punto de soldadura y su separación sea correcta (Figura 12.21).

Una vez fresados todos los puntos, se retira la pieza a sustituir quedando en la pieza de anclaje los puntos de soldadura con restos de la pieza sustituida. Estos restos hay que retirarlos con un disco abrasivo, hasta dejar totalmente lisa la pieza base, dañándola lo menos posible, ya que sobre ella se ha de soldar la pieza nueva (Figura 12.22).

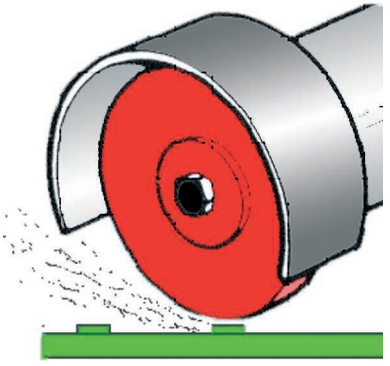


Figura 12.22. Eliminación de los restos del fresado.

También existen en el mercado unas fresas esféricas de distintos tamaños, que se accionan acoplándolas a cualquier taladradora y que permiten limar los puntos de soldadura (Figura 12.23).

12.4.3. Taladrado

Es un procedimiento similar al anterior, solo que en este caso se taladra únicamente el punto de soldadura. El taladro se realiza mediante una broca de acero rápido con un ángulo de 140º en la punta, para realizar un taladrado casi plano y no dañar la pieza sobre la que está soldada (Figura 12.24).

La broca puede ser accionada mediante una taladradora. Con este procedimiento se puede llegar a afectar a la pieza base, ya que no se puede controlar correctamente la profundidad de corte de la broca. Actualmente, se utiliza una herramienta neumática denominada despuntadora

© Ediciones Paraninfo

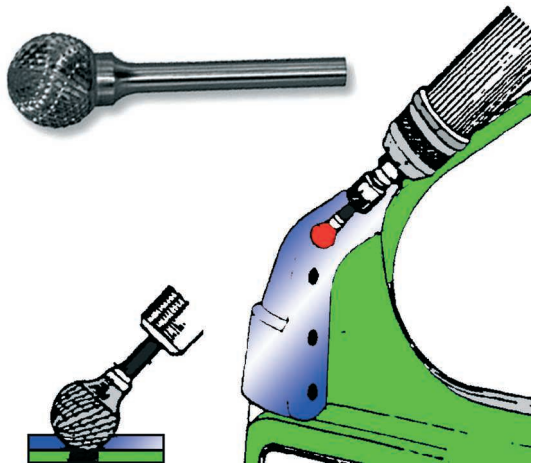


Figura 12.23. **Fresa circular.**

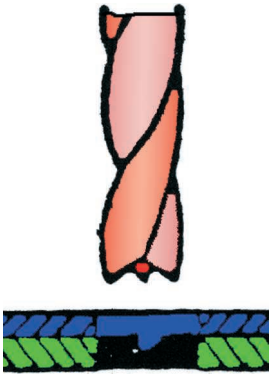


Figura 12.24. **Broca de despuntar.**

(Figura 12.25) que tiene un dispositivo para regular la profundidad del taladrado, en función del grosor de la pieza a sustituir (Figura 12.26).

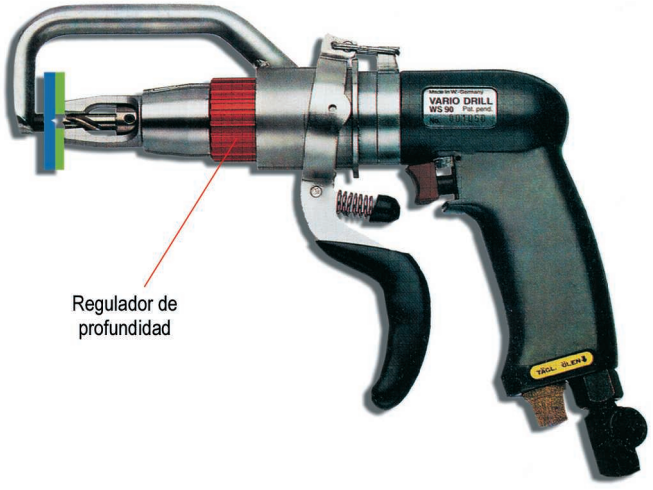


Figura 12.25. **Despuntadora.**

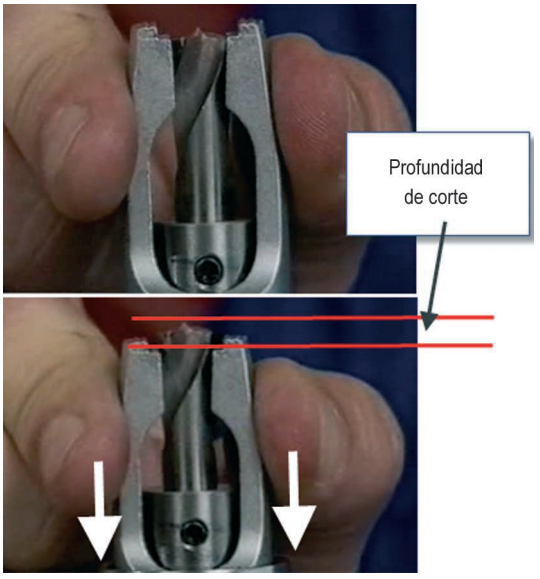


Figura 12.26. **Reglaje de la profundidad de corte.**

Funciona con una presión de aire comprimido de unos 6 bares (se debe mirar siempre las características técnicas) y suele alcanzar unas 1600 r. p. m.

La ventaja que presenta la utilización de esta herramienta es que no deja resto de material y se asegura el no dañar la pieza sobre la que se va a realizar el montaje, siendo la preparación de los bordes para acoplar la pieza nueva más fácil y en menos tiempo (Figura 12.27).

Figura 12.27. **Poca deformación en la pieza base.**

Este es el método más utilizado actualmente. Esta despuntadora puede utilizarse tanto para uniones donde se puede acceder a ambos lados de la unión (Figura 12.28), como para uniones que solo se puede acceder a uno de sus lados (Figura 12.29).

© Ediciones Paraninfo

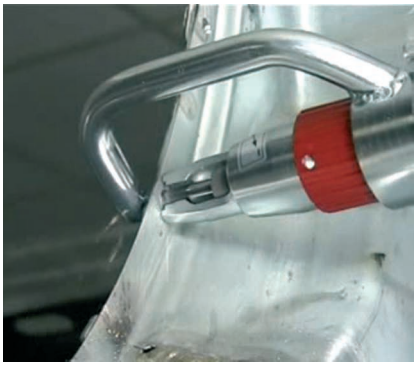


Figura 12.28. Acceso a ambos lados de la unión.

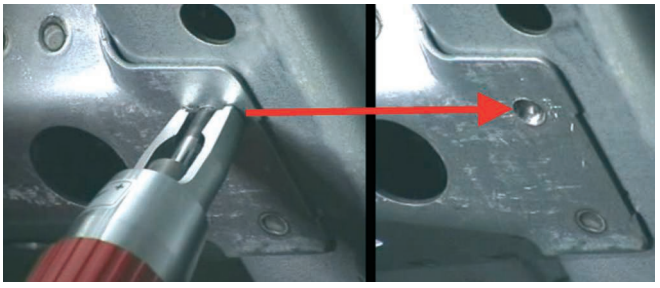


Figura 12.29. Acceso a solo un lado de la unión.

Las características de nuevos materiales con los que se fabrican las carrocerías (HSS, THLE, etc.) han provocado que las brocas tradicionales de despuntar no se puedan utilizar debido a la muy alta resistencia de las chapas. Por ello, hay que utilizar unas brocas específicas en función del material a trabajar (Figura 12.30) fabricadas con material de alta calidad de carburo de tungsteno con tres aristas de corte que le da un 50 % más de potencia de corte. Se comercializa en tres tamaños distintos; 6,3 mm, 8,3 mm y 10,3 mm de diámetro (Figura 12.31).

Figura 12.30. Brocas y lubricante para aceros de alta resistencia.

Para un proceso correcto en la utilización de estas brocas, es necesario respetar las siguientes consideraciones:

- Utilizar la broca a 1200 r. p. m. o menos.
- Mientras se trabaja se ha de mantener la broca a 90º con respecto a la superficie de la pieza.
- Ejercer una presión suave y constante, sin interrumpir el proceso hasta que se haya finalizado completamente el despuntado.
- Aplicar aceite de corte especial para esta operación entre en el punto de soldadura y la punta de la broca (Figura 12.32).

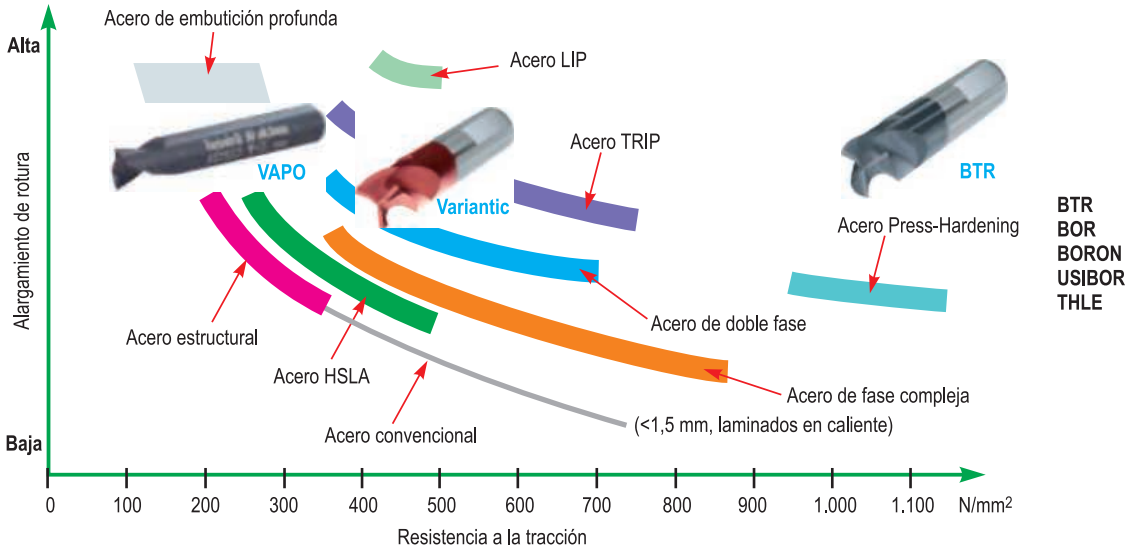


Figura 12.31. Tipos de aceros de fabricación de las carrocerías y broca a utilizar.

© Ediciones Paraninfo

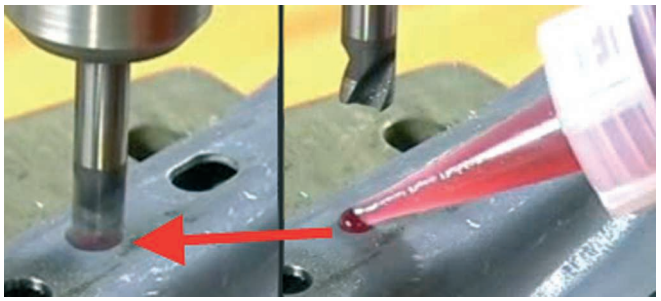


Figura 12.32. Lubricación de la broca en aceros de alta resistencia

Para realizar un despuntado con la despuntadora se debe proceder de la siguiente forma:

1. Descubrir la línea de puntos de soldadura que se encuentra normalmente debajo de la pintura de la pieza a sustituir. Esta operación se realizará utilizando un disco abrasivo que no dañe la parte metálica [disco de fibra de nailon tipo Clean & Strip (Figura 12.33) o un disco de púas de plástico reforzado con abrasivo (Figura 12.34)].

Figura 12.33. Limpieza con Clean & Strip.

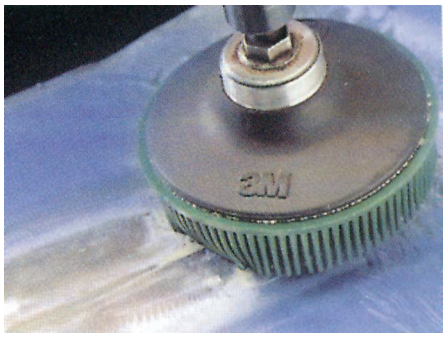


Figura 12.34. Limpieza con disco de púas.

2. Si la zona a decapar está protegida con pintura antigravilla, utilizar en primer lugar una máquina radial con disco de alambre (Figura 12.35).

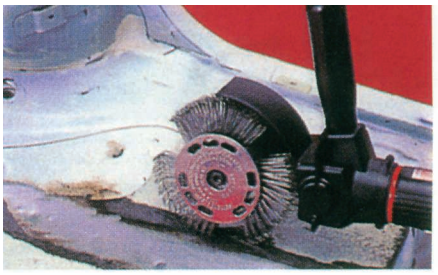


Figura 12.35. Limpieza con disco de alambre.

3. Marcar el centro del punto de soldadura utilizando un granete.
4. Regular la profundidad del corte; para ello, en el primer punto, ir taladrando poco a poco y a poca velocidad hasta llegar a la segunda chapa, una vez regulada la máquina en este primer punto, continuar con los demás puntos, aplicando en cada punto el aceite de corte.

Durante el proceso de despuntado hay que tener las siguientes precauciones:

- Utilizar guantes.
- Utilizar gafas de protección.
- Respetar las instrucciones de seguridad en el uso de las herramientas neumáticas.

12.4.4. Lijadora de banda

Se trata de una lijadora neumática de banda estrecha de 6 HP, que monta una lija de 12,7 mm de ancho por 457 mm de longitud, diseñado con el sistema de 3M PSG (*Precise Shaped Grain*), denominado Cubitrón™ II, basado en tecnología de microrreplicación triangular, compuesto por granos cerámicos de formas precisas, y revestido en un respaldo resistente que reduce la acumulación de calor producido en el proceso de desbaste (Figura 12.36).

Figura 12.36. Lijadora de banda.

© Ediciones Paraninfo

El grano, según se utiliza se va fracturando en picos filosos que sigue realizando un gran desbaste. Esta característica junto con la disipación del calor hacen que el desbaste sea más eficaz, rápido y con menor esfuerzo para el operario (Figura 12.37).

La banda de lija dispone de distintas posibilidades de granos:

- P36.
- P60.
- P80.

Figura 12.37. Grano cerámico de corte preciso (PSG).

Los más utilizados son los granos P36 y P80.

El grano P36 se utiliza para realizar un gran desbaste, como despuntado de soldadura, desbastar o quitar cordones de soldadura o desengatillar uniones (Figura 12.38).

Figura 12.38. Lijadora de banda despuntando con grano P36.

El grano P80 es muy versátil y se utiliza para el desbaste en general.

12.5. Desengatillado

Es la operación que consiste en deshacer las uniones engatilladas. Para la sustitución de piezas con este sistema de unión o plegadas, bastará con utilizar un disco abrasivo y desbastar la chapa justamente por la curvatura que forma el engatillado, sin llegar a dañar la pieza soporte (Figura 12.39).

Una vez retirada la pieza a sustituir, quitar los restos de chapa que han quedado en la pieza soporte mediante un cortafrío o unas tenazas (Figura 12.40), repasar los bordes con un tas y decapar los restos de la masilla estructural y la pasta de sellado, dejándolo preparado para la instalación del nuevo panel.

Durante el proceso de desengatillado hay que tener las siguientes precauciones.

- Utilizar guantes.
- Utilizar gafas de protección.
- Respetar las instrucciones de seguridad en el uso de las herramientas neumáticas.

Figura 12.39. Desengatillado con disco abrasivo.

© Ediciones Paraninfo

Figura 12.40. Quitar los restos con un cincel o con alicates.

12.6. Separación de soldadura continua

Algunos elementos de la carrocería están unidos por soldadura continua que es necesario eliminar para realizar el cambio de elementos. En estos casos, el procedimiento a utilizar consiste en emplear un disco abrasivo mediante una radial neumática o eléctrica.

El corte del cordón se ha de realizar tal y como se indica en la Figura 12.41, sin dañar a la pieza soporte, cuestión que en ocasiones es difícil de conseguir en su totalidad.

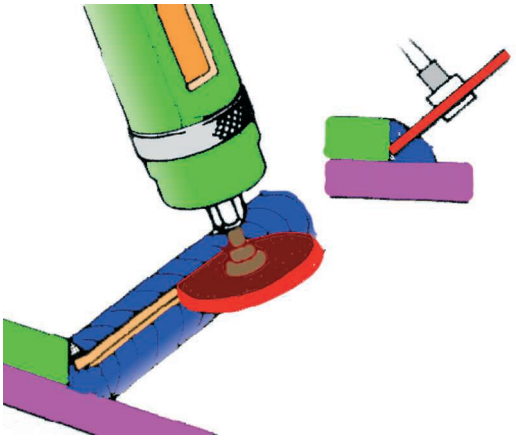


Figura 12.41. Eliminación del cordón con disco abrasivo.

Actualmente se ha diseñado otra herramienta denominada Láser Cutter LC04, que sirve para separar estas uniones y las realizadas por cordón continuo con el láser (Figuras 12.42, 12.43 y 12.44). Este tipo de uniones son cada vez más utilizadas por los fabricantes de automóviles sobre todo en el techo, los huecos de puertas, el marco parabrisas, etcétera.

El Láser Cutter LC04 es un equipo que realiza la separación de las uniones mediante una rueda dentada o disco de corte de metal duro. El proceso de utilización es similar a la despuntadora:

Figura 12.42. Láser Cutter.

Figura 12.43. Eliminación cordón láser.

© Ediciones Paraninfo

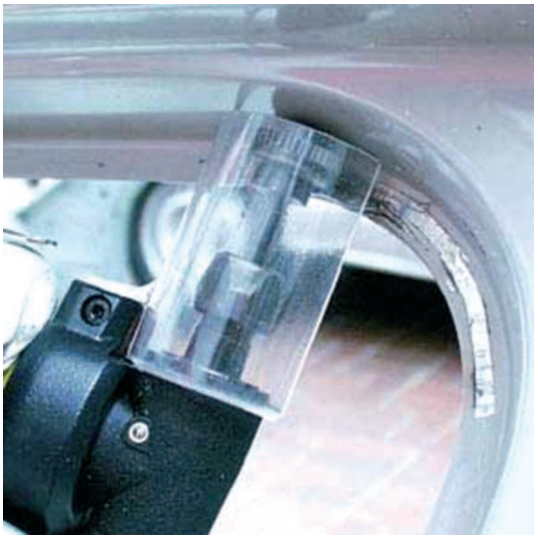


Figura 12.44. **Láser Cutter con protector.**

- Comprobar el espesor de la pieza que se va a eliminar.
- Seleccionar el soporte distanciador adecuado para ese espesor.
- Seleccionar la muela de corte correcta.
- Realizar el montaje de estos elementos y ajustar la pantalla protectora.
- Aplicar el aceite de corte sobre la chapa a desbastar.
- Proceder a la separación de la unión.

Durante este proceso hay que tener las siguientes precauciones:

- Utilizar guantes.
- Utilizar gafas de protección.
- Usar un protector auditivo.
- Respetar las instrucciones de seguridad en el uso de las herramientas neumáticas.

12.7. Extracción de remaches estampados

La unión por estampación es un sistema de unión fría, que solo se utiliza en el proceso de fabricación de la carrocería, en las reparaciones posteriores hay que proceder a la extracción de estos remaches y sustituirlos por remaches ciegos de calidad en función de las piezas a unir (Figura 12.45).

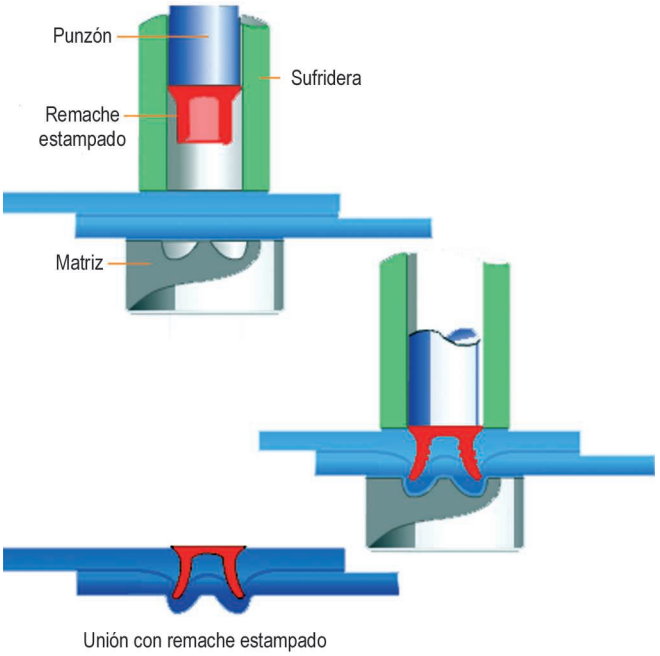


Figura 12.45. **Proceso de remachado por estampación.**

El material que se tiene que utilizar para esta extracción está compuesto por (Figura 12.46):

- Fuente de alimentación y control.
- Pinza de soldar vástago extractor. Funciona bajo atmósfera controlada de argón.
- Extractor de remache estampado que a la vez puede hacer las funciones de remachadora.
- Pinzas de masa.

Figura 12.46. **Equipo para eliminación de remaches estampados.**

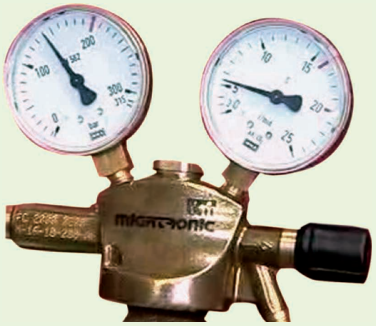
© Ediciones Paraninfo

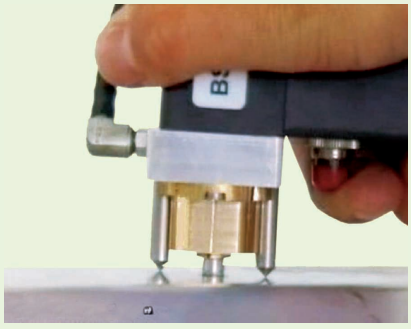
PROCESO DE ELIMINACIÓN DE REMACHES ESTAMPADOS

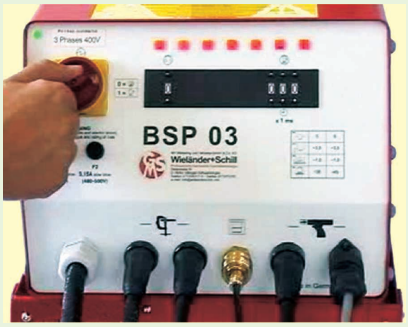
El proceso operativo es el siguiente:

1 Verificar que están realizadas todas las conexiones del cableado.

2 Regular los distintos parámetros de la máquina.







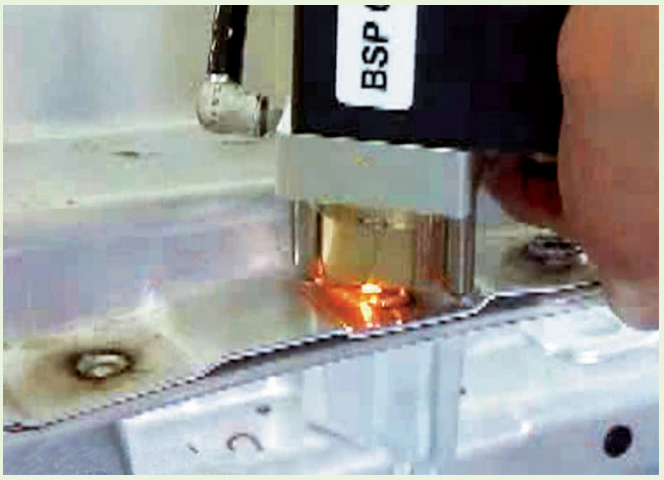
3 Conectar las dos pinzas de masa de forma que los vástagos se suelden siempre entre las dos pinzas.

4 Eliminar la pintura protectora con una lijadora y dejar las cabezas de los remaches brillantes.

5 Introducir el vástago extractor en la pinza.

© Ediciones Paraninfo

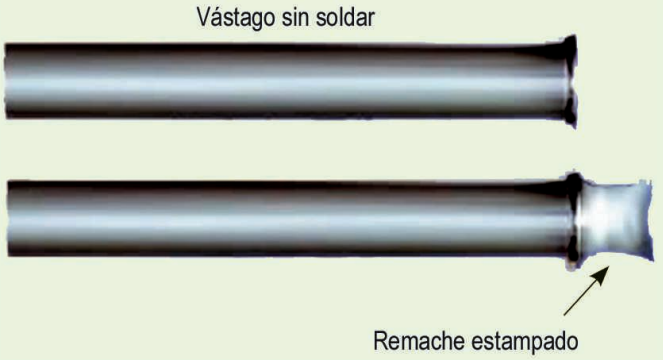
6 Soldar el vástago en la cabeza del remache.



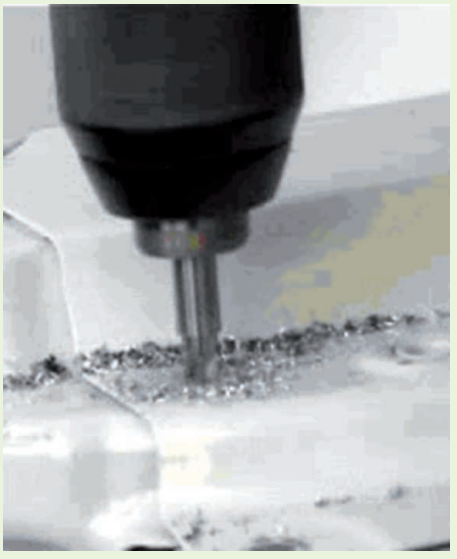
7 El vástago debe quedar totalmente perpendicular a la cabeza del remache.

8 Introducir completamente el vástago en el extractor, mantenerlo perpendicularmente y presionar el gatillo para extraer el remache.

9 El remache saldrá unido al vástago

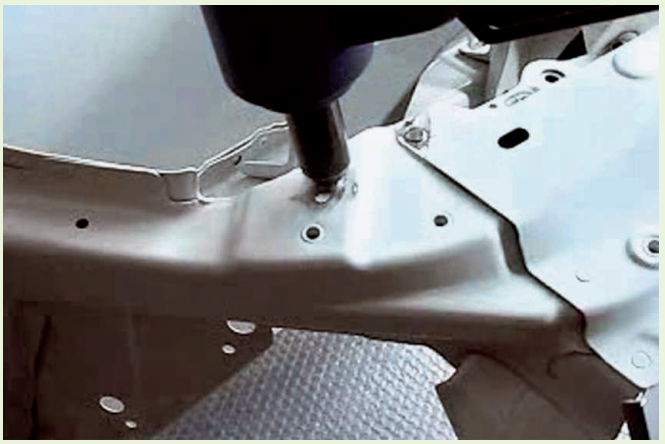


10 Si por distintas razones no se ha podido extraer el remache, hay que proceder a extraerlo taladrando totalmente el remache



© Ediciones Paraninfo

11 Una vez extraídos todos los remaches de estampación, proceder a reponer la nueva pieza utilizando remaches ciegos.



12.8. Corte por plasma

El plasma es el nombre que recibe el cuarto estado de agregación de la materia (los otros tres son: sólidos, líquidos y gaseosos). Está constituido por un flujo obtenido mediante la casi completa ionización de un gas, inicialmente neutro, que se encuentra a temperaturas muy elevadas (en algunos casos puede llegar a 3000 °C). Dicho fluido contiene proporciones prácticamente iguales de electrones y de iones positivos y conduce de forma excelente la electricidad (Figura 12.47).

Este estado de agregación no se da de forma natural en la atmósfera terrestre, pero se considera que la inmensa mayoría de la materia del universo se presenta en este estado.

La producción de un plasma puede realizarse de tres formas diferentes:

1. Mediante fuertes descargas eléctricas, calentando los elementos que rodean al gas neutro inicial.
2. Calentando simplemente el gas hasta temperaturas próximas a los 7000 °C.
3. Aprovechando la ionización producida por rayos muy energéticos.

En el sector de automóvil se utiliza el sistema de descargas eléctricas y calentamiento de los elementos que rodean al gas neutro inicial. Este consiste en hacer pasar un gas por un arco eléctrico que crea una corriente intensa de aire caliente (hasta 30 000 °C) que funde y quita el metal sobre un área muy reducida.

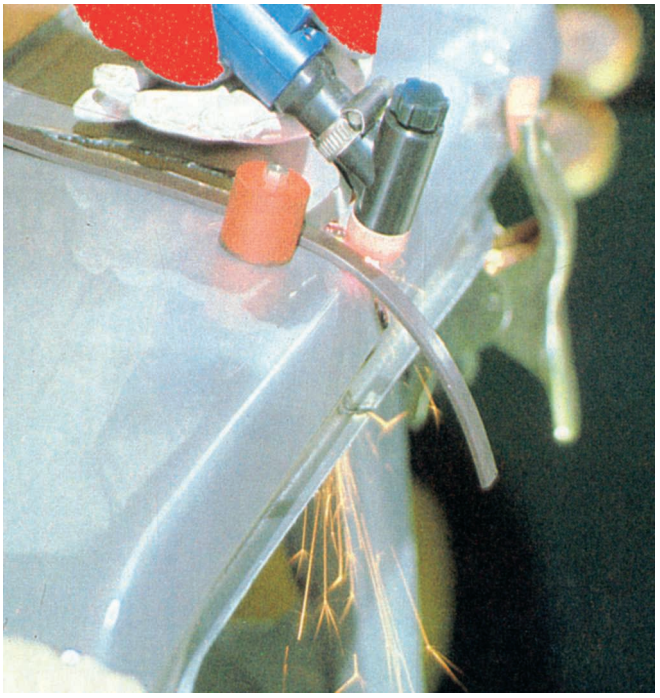


Figura 12.47. Corte por plasma.

El corte por plasma se puede utilizar en todos los materiales conductores de la electricidad: acero dulce, acero inoxidable, aluminio, etc. El gas utilizado para el corte del aluminio y de los aceros inoxidables es el argón/hidrógeno o el nitrógeno/hidrógeno.

Para los aceros ordinarios se utiliza el aire comprimido (Figura 12.48).

© Ediciones Paraninfo

Figura 12.48. **Máquina para cortar por plasma.**

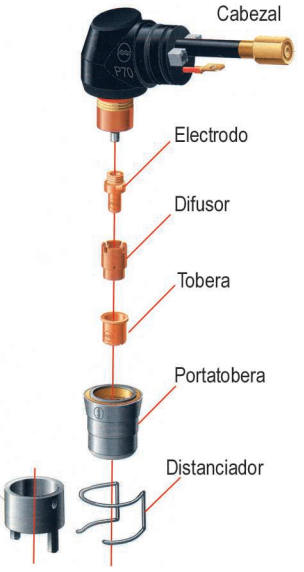


Figura 12.49. **Elemento de la antorcha de plasma.**

12.8.1. Elementos de un equipo de plasma

El equipo está compuesto por los siguientes elementos:

1. Un transformador eléctrico con su sistema de refrigeración.
2. Un circuito neumático cuya presión de trabajo se puede regular a través de su propio manómetro y regulador. El aire comprimido debe ser limpio y sin lubricar.
3. Una antorcha y sus correspondientes mangueras eléctricas y neumáticas. La antorcha a su vez está compuesta por (Figura 12.49):
   - El cabezal.
   - El electrodo.
   - El difusor.
   - La tobera.
   - El portatobera.
   - El interruptor de funcionamiento.

   De estos elementos, el electrodo y la tobera son los únicos elementos consumibles, que se van gastando en cada corte. Si uno de estos elementos está gastado o dañado, la calidad del corte se verá afectada.
4. Los elementos de protección.

   Como elementos de protección, normalmente todas las máquinas de corte por plasma eléctrico disponen, además, de la protección de un fusible para prevenir las sobrecargas y los cortocircuitos, de los siguientes elementos de seguridad:

Protección contra sobrecalentamiento en el transformador

Si por cualquier circunstancia el transformador alcanza altas temperaturas, se activa un mecanismo de protección que impide la continuación del corte, indicándolo normalmente a través de una lámpara en el cuadro de control.

Protección contra el sobrecalentamiento de la antorcha por falta de presión en el circuito neumático

La máquina dispone de un presostato que impide efectuar operaciones de corte cuando la presión de entrada es inferior al límite establecido por el fabricante, con el fin de evitar un deterioro en la antorcha por sobrecalentamiento.

Además, este dispositivo impide la operación de corte si se regula la presión del aire comprimido a un valor más elevado que el especificado.

Protección contra tensiones peligrosas en el cuerpo de la antorcha

Para evitar que en la operación de sustitución de los componentes consumibles de la antorcha (electrodos, difusor, tobera, portatobera) puedan existir tensiones peligrosas, la antorcha dispone de un sistema de seguridad que se acciona al desenroscar el portatobera y anula la acción del pulsador.

© Ediciones Paraninfo

Como norma fundamental de prevención debe recordarse que las manipulaciones del cabezal de la antorcha se realizarán siempre con la máquina desconectada.

12.8.2. Funcionamiento de la máquina

El transformador eléctrico produce la tensión necesaria para establecer un arco eléctrico entre el electrodo y la tobera que están separados por el difusor, este arco se denomina arco piloto (Figura 12.50). Entre estos dos elementos se hace pasar el aire comprimido por un orifico muy pequeño, produciéndose una temperatura muy elevada que provoca que el aire se ionice y se transforme en un aglomerado de iones positivos, átomos neutros y electrones libres, convirtiéndose en conductor eléctrico (el aire ionizado es el plasma).

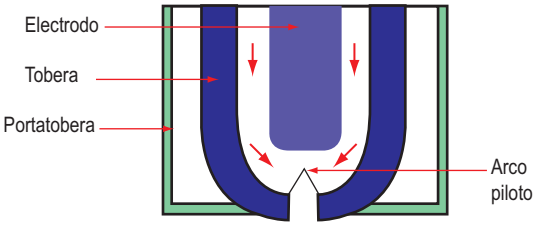


Figura 12.50. Arco piloto de la antorcha.

Cuando la pieza a cortar y el electrodo están lo suficientemente cerca, el arco cruza el espacio existente entre ambos elementos, produciendo un plasma que funde una zona estrecha del metal que se disipa en forma de gas y partículas dejando un corte limpio. Para evitar que los elementos consumibles se calienten en exceso, se hace circular una corriente de aire entre el portatobera y la tobera, que al no pasar por el arco eléctrico es perfectamente apto para la función de refrigeración (Figura 12.51).

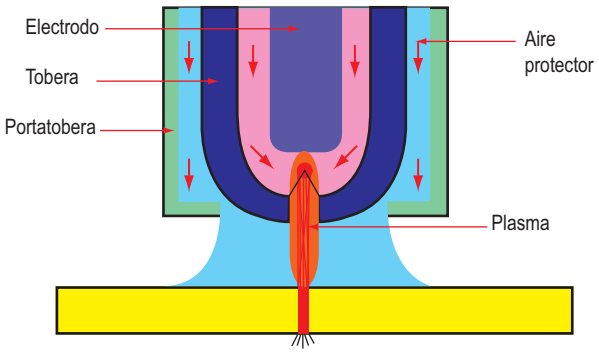


Figura 12.51. Arco de plasma.

12.8.3. Procedimiento para el corte por plasma

Antes de iniciar el corte, es importante tener bien regulados los parámetros que determinan el buen funcionamiento del equipo.

Reglaje del tiempo de preflujo

Antes de poner en funcionamiento el mecanismo de ignición del arco, la máquina deja que durante unos momentos exista salida de aire por la antorcha. A este proceso se le denomina «preflujo». El tiempo de preflujo ya viene regulado por el fabricante, no obstante se puede realizar otra regulación ajustando un potenciómetro que tiene en su interior (se debe consultar el manual de instrucciones).

Reglaje del tiempo de posflujo

Una vez realizado el corte, al dejar de oprimir el interruptor de la antorcha, se observa que el aire no se corta inmediatamente, sino que existe un tiempo en que el aire sigue saliendo. A este tiempo se le denomina «posflujo» y tiene la misión de refrigerar la antorcha.

Este tiempo también viene regulado de fábrica, no obstante se puede modificar a través de un potenciómetro ajustable que tiene en su interior (se debe consultar el manual de instrucciones).

Una vez comprobados estos parámetros, el procedimiento para la utilización de esta máquina es el siguiente:

1. Trazar la línea de corte.
2. Si es necesario instalar una guía metálica, que sirva de apoyo al portatobera, con el objeto que el corte sea recto.
3. Determinar la intensidad de corte adecuada, que irá en función del grosor de la chapa a cortar.
4. Conectar la toma de aire comprimido y regular la presión de trabajo.
5. Pulsar brevemente el interruptor de la antorcha con el fin de tener, previamente a la realización del corte, un preflujo de aire y comprobar que la presión de trabajo se mantiene (Figura 12.52).
6. Apretar de nuevo el interruptor para que se produzca el arco piloto, el cual no debe prolongarse más de 3 segundos, dado que acelerará el desgaste de las piezas consumibles (electrodo, difusor y tobera) y puede producir un calentamiento innecesario de la antorcha.
7. Proceder a la realización del corte. Iniciar el corte como se aprecia en la Figura 12.53, manteniendo

© Ediciones Paraninfo

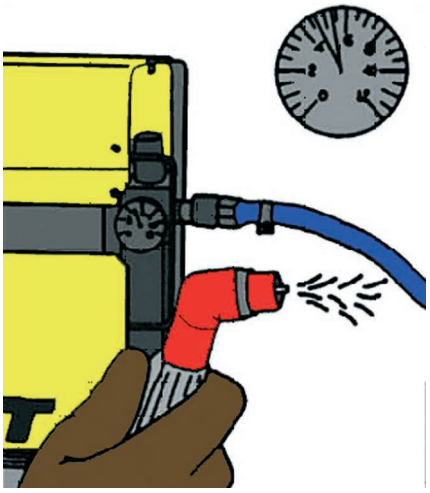


Figura 12.52. Preflujo de aire.

Figura 12.53. Cortando pilar central con plasma.

la tobera con una perpendicularidad de entre 7º y 15º. La tobera solo debe tocar la pieza a cortar una vez que se haya producido el arco de ignición y se esté realizando el corte.

8. Una vez realizado el corte es conveniente no iniciar otro hasta que el posflujo refrigere la antorcha.

12.8.4. Mantenimiento y seguridad con el corte por plasma

La utilización de estos equipos requiere gran precaución y un mantenimiento adecuado, para que los trabajos se puedan realizar con normalidad y sin riesgos para el operario.

Por ello se deben observar las siguientes precauciones:

Sobre la máquina:

1. Cuidar la instalación eléctrica de la máquina y comprobar que la toma de tierra está conectada.
2. La utilización de la máquina debe realizarse en una zona ventilada y poco húmeda.
3. Asegurarse que la conexión de la pinza de masa a la pieza de trabajo es correcta.
4. Para cualquier intervención que conlleve el desmontaje de algún elemento de la máquina, debe desconectarse la máquina de la red eléctrica.
5. Mantener limpios de escoria y posibles obstrucciones los componentes del cabezal de la antorcha y no utilizar material punzante para su eliminación.
6. No apurar en exceso los electrodos o las toberas desgastadas. Se puede apreciar que existe desgaste cuando la tobera se encuentra con un orificio irregular o de diámetro aumentado, o cuando el electrodo tiene una inclusión central de 2 mm.
7. Para evitar sobrecalentamientos en el cabezal de la antorcha, no conviene comenzar una nueva operación de corte sin que el aire de posflujo haya dejado de funcionar.

Durante el corte:

8. Utilizar gafas de protección de un índice mínimo de 8. El arco formado en el proceso del corte emite unas radiaciones de tipo infrarrojo y ultravioleta, que son perjudiciales para los ojos.
9. Para evitar posibles quemaduras y que las radiaciones descritas anteriormente puedan afectar al trabajador, utilizar siempre prendas ignífugas (guantes y mandiles).
10. Nunca cortar cerca del almacenamiento de combustibles.
11. No utilizar lentes de contacto para evitar la posibilidad de que se queden adheridas a la córnea.
12. Protegerse de los humos desprendidos en la operación de corte. Algunos materiales tienen un recubrimiento superficial (cincado, galvanizado, etc.), que puede resultar tóxico.

    También puede ocurrir que las piezas a cortar tengan grasas y otras suciedades, que tendremos que limpiar antes de efectuar el corte. Como norma general, utilizar la máquina en un local ventilado y con una máscara antihumo.
13. Nunca tocar ni apoyarse sobre la pieza que se está cortando para evitar riesgos de electrocución.
14. No apuntar nunca a otra persona con la antorcha, ya que puede existir el riesgo de producirse un arco eléctrico. Igualmente, no tocar el cabezal con la mano para no correr el mismo riesgo.
15. Se debe leer siempre las instrucciones del fabricante ante cualquier anomalía.

© Ediciones Paraninfo

16. Los portadores de aparatos electrónicos vitales (marcapasos) deben consultar a su médico antes de usar este tipo de máquina, ya que los campos magnéticos podrían incidir en su funcionamiento.

12.9. Sustituciones parciales

Se denominan sustituciones parciales a aquellas operaciones de reparaciones de la carrocería en las que no se cambian las piezas completas, sino parte de ellas; por ejemplo, cuando se sustituye parcialmente una aleta en vez de la aleta completa (Figura 12.54).

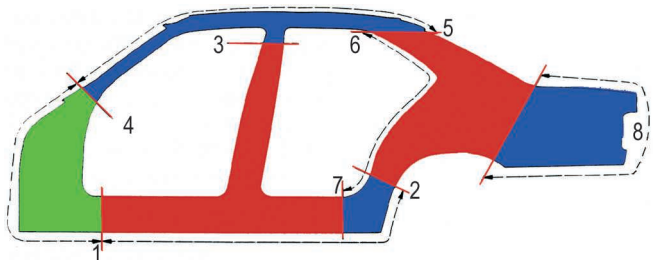


Figura 12.54. Sustituciones parciales de un lateral de carrocería.

Este tipo de reparaciones solo se pueden efectuar si el fabricante del vehículo lo contempla en sus manuales de reparación, en donde se detallan los elementos en los que se pueden realizar, así como las distintas líneas de corte que se pueden trabajar en cada elemento (Figura 12.55), en función de las características constructivas y de su resistencia. Si el corte se realiza por un lugar distinto al indicado por el fabricante, la carrocería no tendrá las fuerzas estructurales para la que había sido diseñada.

Terminada la reparación, la calidad del acabado debe ser igual o similar que si se hubiese sustituido la pieza completa, tanto en su aspecto superficial como en las características constructivas originales de la pieza.

Las sustituciones parciales se realizan en aquellas piezas en las que se emplearía mucho tiempo para su desmontaje si se cambian completas, como los estribos bajo puerta, los pases de rueda o los pilares. También se realizan este tipo de reparaciones en piezas cuyo desmontaje no es tan laborioso (aletas, paneles exteriores, etc.), pero la deformación se produce en una zona determinada, y se puede aprovechar parte de la misma.

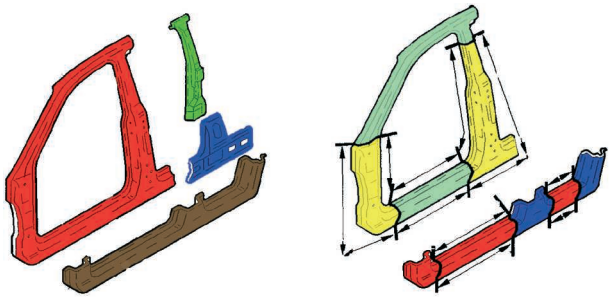


Figura 12.55. Despiece y líneas de corte establecidas por el fabricante para el Ford Focus.

En ambos casos se produce un abaratamiento del coste de reparación, bien por ahorro de material o por ahorro de tiempo de reparación. Por otro lado, al realizar la reparación en una zona determinada de la pieza, se elimina la posibilidad de producir daños en las piezas adyacentes, cambios en las características constructivas, o las protecciones originales de las piezas anexas. Estos factores hacen que las reparaciones parciales estén cada vez más extendidas en todos los vehículos, fabricándose recambios expresamente para estas reparaciones.

12.9.1. Interpretación de las líneas de corte

La calidad de la reparación va a depender en gran medida de la correcta ejecución del trabajo, respetando las líneas de corte propuestas por el fabricante del vehículo. Cualquier modificación de dichas instrucciones puede originar tensiones, deformaciones o graves incidentes en caso de una nueva colisión al modificar las características a nivel de seguridad pasiva. Resulta pues indispensable aprender a interpretar correctamente las líneas de corte de los manuales de reparación.

Existen varias formas de representar las líneas de corte: con líneas de ejes, líneas de cotas o líneas de trazos según el fabricante del vehículo. Además, puede venir definida la distancia mínima o máxima a la que se puede cortar la pieza. En otros casos, solo se hace referencia a que el corte se pueda realizar antes o después de determinados puntos que son perfectamente identificables por el operario (Figura 12.56). En cualquiera de los casos, si la

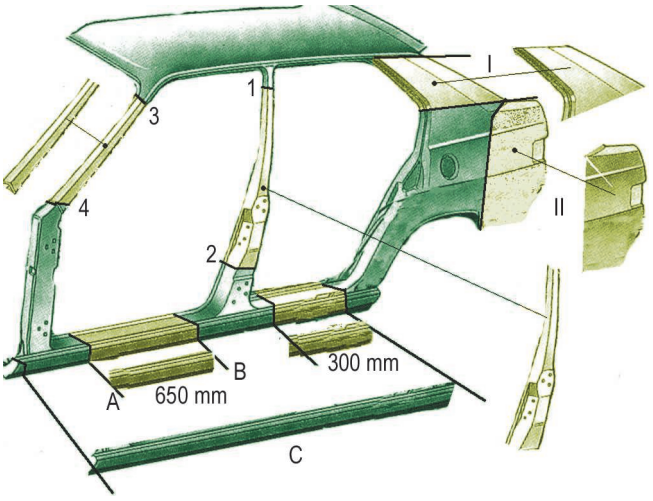


Figura 12.56. Distintas representaciones de las líneas de corte.

© Ediciones Paraninfo

interpretación de las líneas de corte presenta confusión, es conveniente consultar directamente con el fabricante del vehículo antes de tomar la decisión de realizar la sustitución parcial.

Algunos fabricantes de vehículos tienen diseñadas unas plantillas para posicionar la línea de corte en la reparación de la carrocería (Figura 12.57).

Figura 12.57. Plantillas de corte.

Estas plantillas son fáciles de usar y determinan correctamente la línea de corte en función de la pieza a cambiar (Figura 12.58).

Las líneas de corte hay que realizarlas tanto en la pieza a sustituir, como en la pieza de recambio que se va utilizar para hacer el cambio parcial, partiendo del mismo punto de referencia (Figura 12.59).

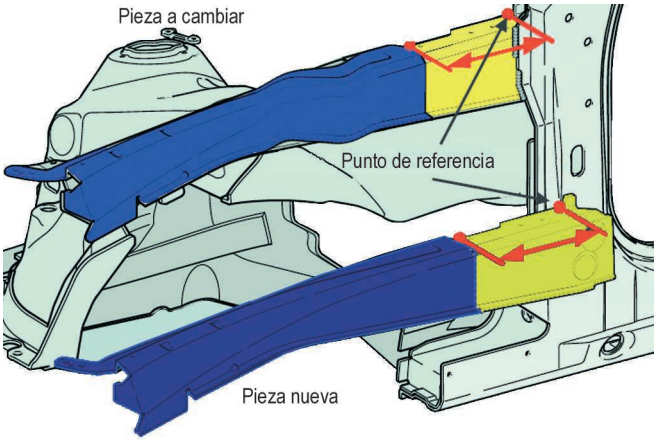


Figura 12.59. Marcaje de la línea de corte de la pieza a cambiar y la nueva partiendo del mismo punto de referencia.

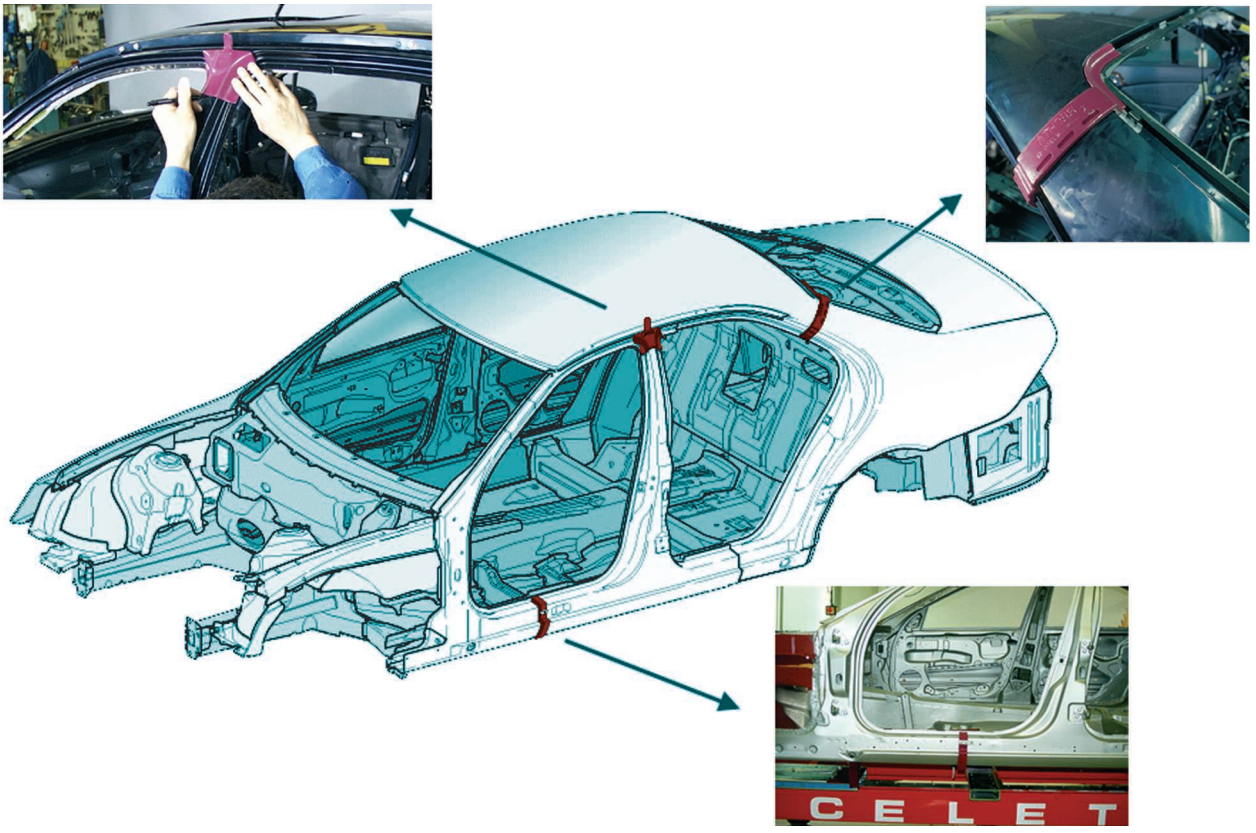


Figura 12.58. Utilización de plantillas para establecer las líneas de corte.

© Ediciones Paraninfo

PROCESO OPERATIVO GENÉRICO DE LAS SUSTITUCIONES PARCIALES

Cada sustitución parcial tiene sus propias especificaciones, dependiendo del esfuerzo a que esté sometida la pieza, el tipo de unión, el material de la pieza, etc. El fabricante, en función de todos estos parámetros y de las pruebas realizadas, establece el método más apropiado para la reparación. No obstante, existen una serie de operaciones que son comunes en todas las sustituciones parciales:

1. Analizar las deformaciones que afectan a la zona a reparar y decidir si la sustitución de la pieza será completa o parcial.
2. Comprobar el manual del fabricante para verificar que existe la posibilidad de realizar el cambio parcial (Figura 12.60).

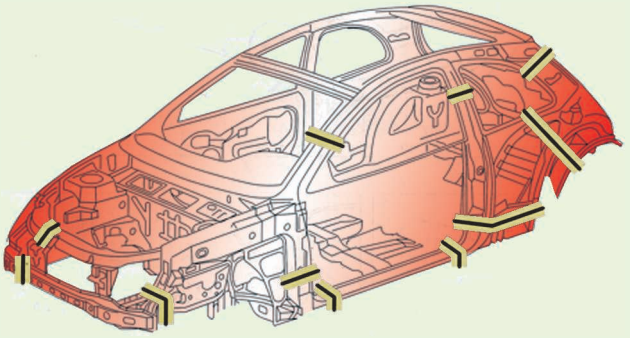


Figura 12.60. **Comprobar los posibles cambios parciales de la carrocería antes de iniciar la reparación.**

3. Comprobar el despiece del recambio para saber si existe la sección de pieza que se desea cambiar o si hay que adquirir la pieza completa y preparar la sección a sustituir (Figura 12.61).

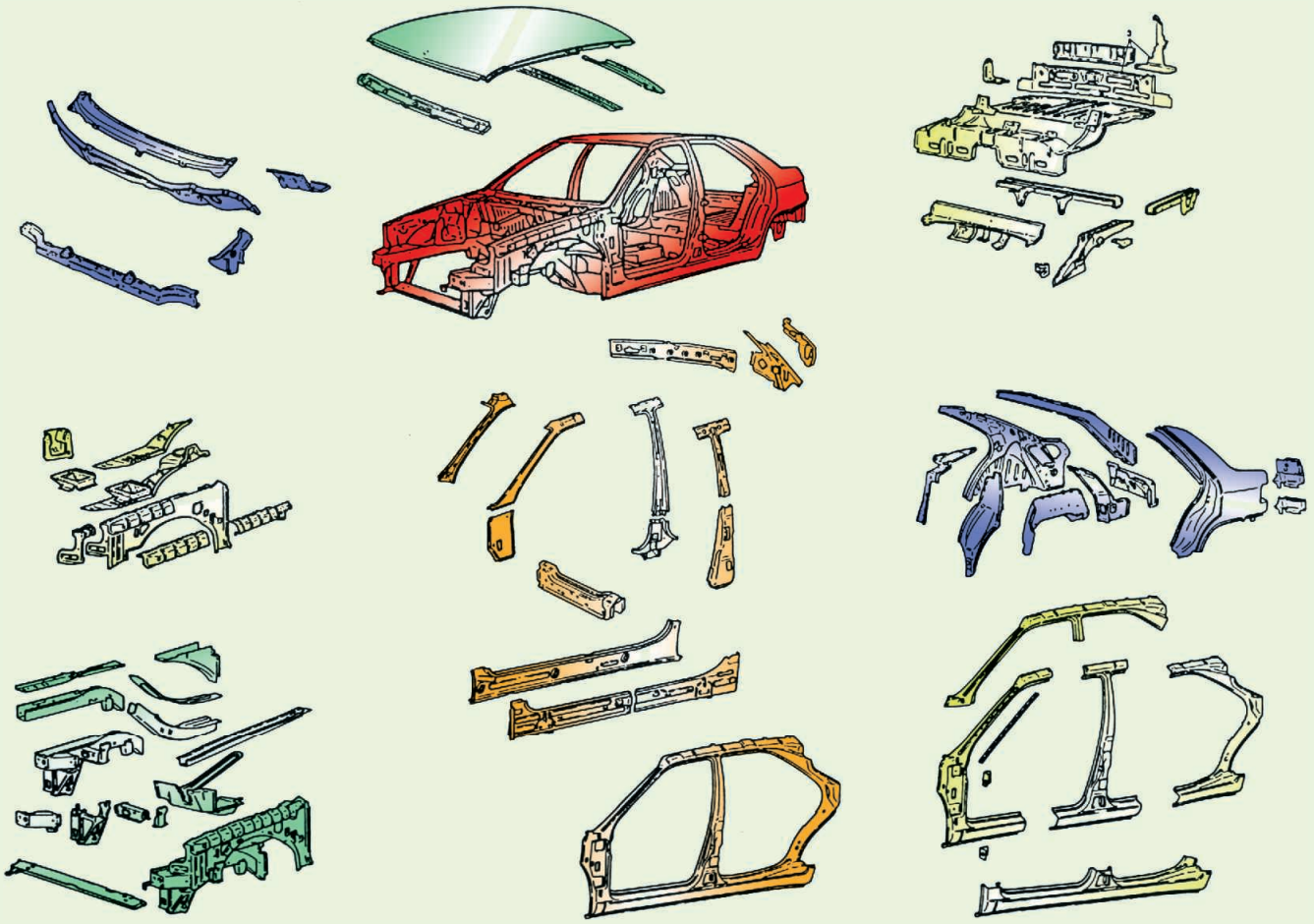


Figura 12.61. **Comprobar el despiece existente de la carrocería antes de iniciar la reparación.**

© Ediciones Paraninfo

4 Leer detenidamente el método de reparación propuesto por el fabricante.

5 Desmontar las piezas anexas.

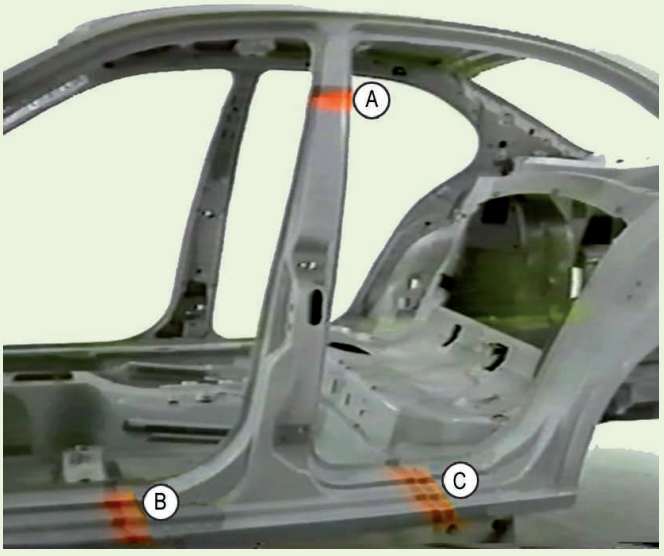
6 Preparar los medios de protección personal involucrados en la reparación como guantes, gafas, mascarilla, etcétera.

7 Proteger las zonas cercanas a la reparación (utilizar mantas ignífugas si fuese necesario).

8 Decapar las zonas afectadas de la pieza, para observar el método de unión que tiene.

Si la zona a reparar solo tiene pintura, no utilizar nunca un disco abrasivo, sino un disco de fibra de nailon o una lijadora de anclaje. Si la zona a decapar está protegida con pintura antigravilla, utilizar primero un disco radial de alambre.

9 Ver y analizar las zonas donde se tienen que realizar las líneas de corte.

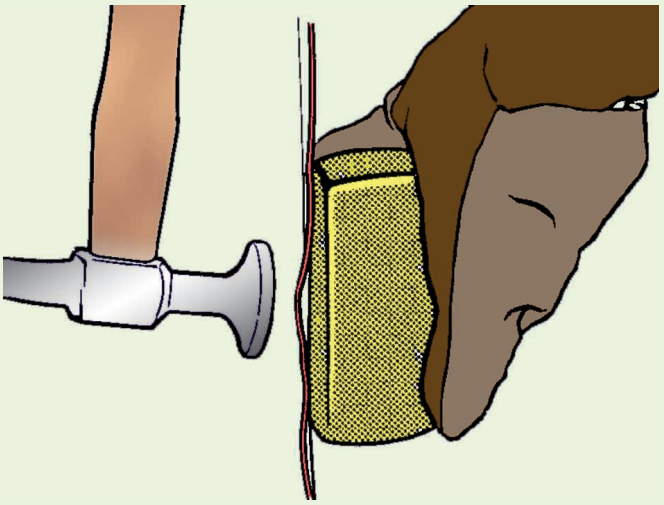


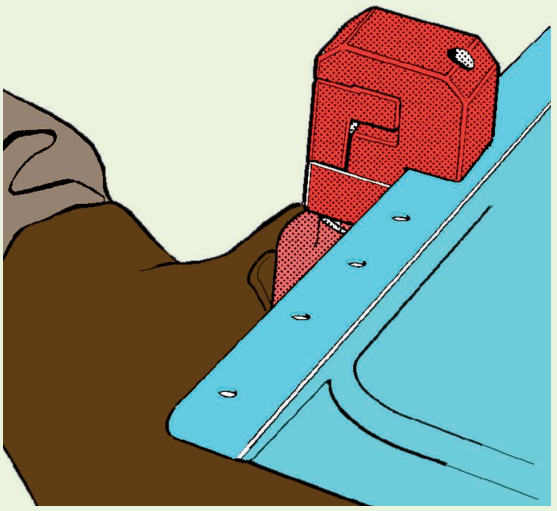
10 Marcar las líneas de corte.

11 Realizar el corte de la sección de pieza por las líneas previamente trazadas y despuntar los puntos de soldadura que existan entre las líneas de corte.

12 Extraer totalmente la sección de pieza a cambiar. Repasar y dejar en perfecto estado la zona de anclaje.

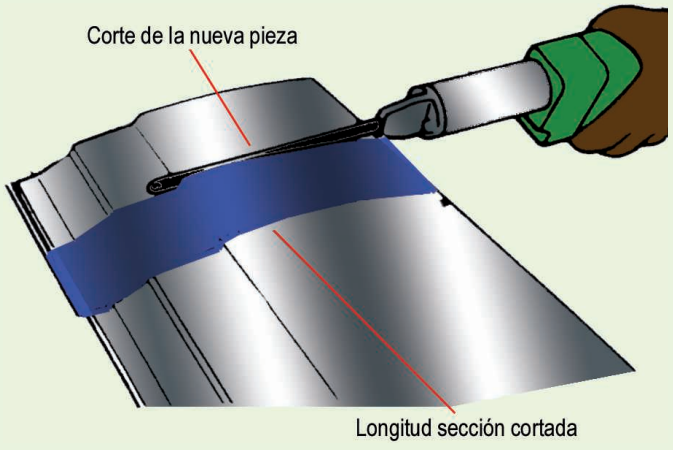
© Ediciones Paraninfo





13 Cortar la pieza de recambio un poco más larga que la sección desmontada, de tal manera que al presentarla quede solapada la pieza nueva sobre la existente en la carrocería. Verificar su acoplamiento. Para la verificación es conveniente sujetar el recambio con unas mordazas de presión mientras se realizan las distintas comprobaciones.

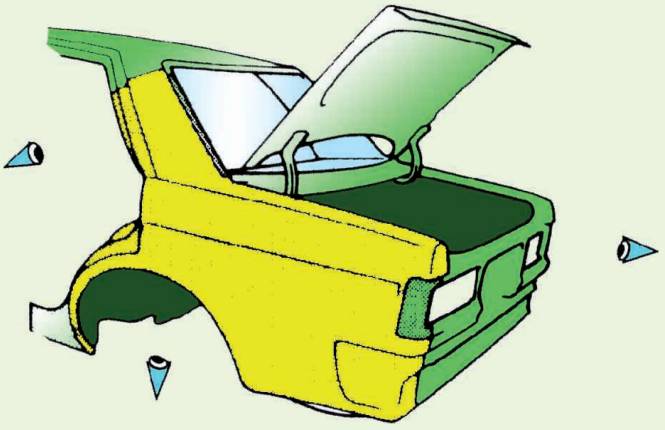
Marcar con un rotulador el extremo o los extremos de la pieza a acoplar sobre la pieza donde se va a soldar la carrocería.



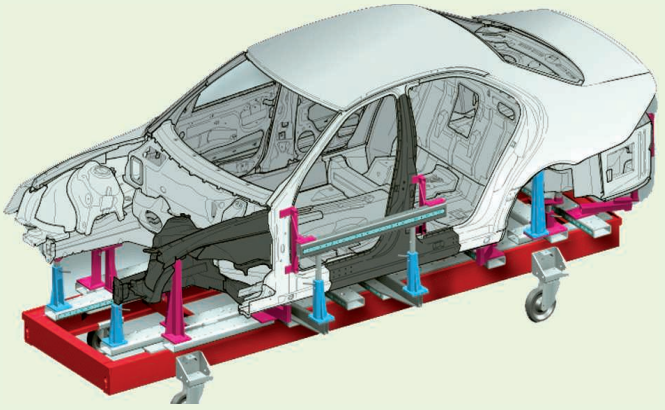
14 Extraer la pieza de recambio y realizar el corte:

- Si el acoplamiento es a tope, se cortará siguiendo la línea marcada con el rotulador.
- Si el acoplamiento es a solape con escalonamiento, el corte se realizará dejando el espacio necesario para realizar el escalón y si es necesario hacer los orificios para el soldeo a tapón.

15 Acoplar nuevamente la pieza preparada y verificar su perfecto anclaje.



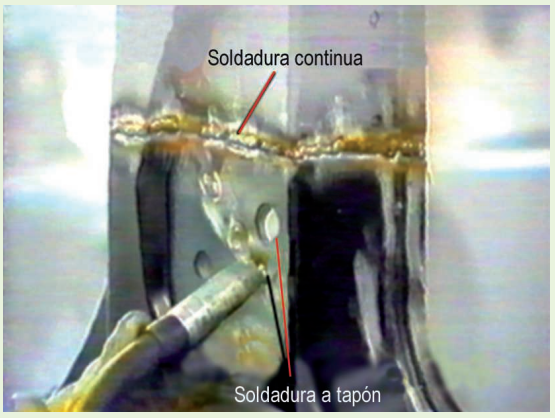
En muchas ocasiones para posicionar correctamente la nueva pieza es indispensable utilizar útiles de posicionamiento.



© Ediciones Paraninfo

16 Preparar la pieza en función del sistema de soldadura que se deba realizar según el método establecido por el fabricante.

Acoplar nuevamente la pieza sujetándola con los útiles apropiados, ajustar, puntear y soldar.



17 Pulir el/los puntos de soldadura y aplicar los productos de protección.

En algunas zonas, las líneas de corte se sitúan en espacios donde debajo de ese elemento hay otra pieza muy cercana (Figura 12.62), con lo que se corre el riesgo de cortarla al cortar la primera pieza, por lo que es indispensable leer en todos los casos el manual de reparación para conocer si debajo de la pieza a cortar existen otras piezas y tener las precauciones necesarias a la hora de cortarla.

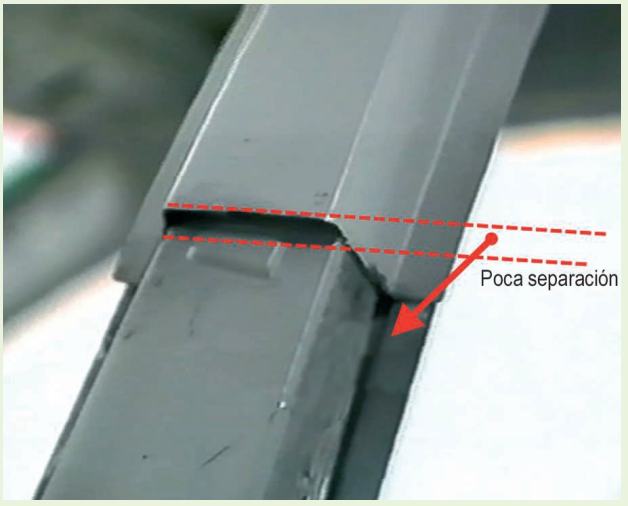


Figura 12.62. **Tener cuidado con el espacio entre elementos antes de cortar.**

PROCESO DE SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL ARMAZÓN INFERIOR DE PUERTA

Como ejemplo del proceso de sustitución parcial, se desarrolla a continuación el cambio del armazón inferior de la puerta (estribo bajo puerta). El trabajo se desarrolla partiendo de la decisión previa de cambiar el armazón y constatando que existe despiece de recambio (Figura 12.63).

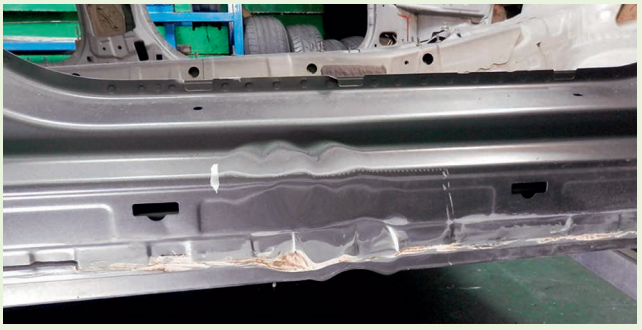


Figura 12.63. **Armazón interior dañado.**

Antes de iniciar la reparación, es necesario, leer detenidamente el manual de reparación y desmontar las piezas anexas a la zona de reparación.

A continuación se debe preparar el siguiente material:

- Las herramientas.
- Los útiles.
- Los medios de protección personal.

Seguidamente se realizarán las siguientes operaciones:

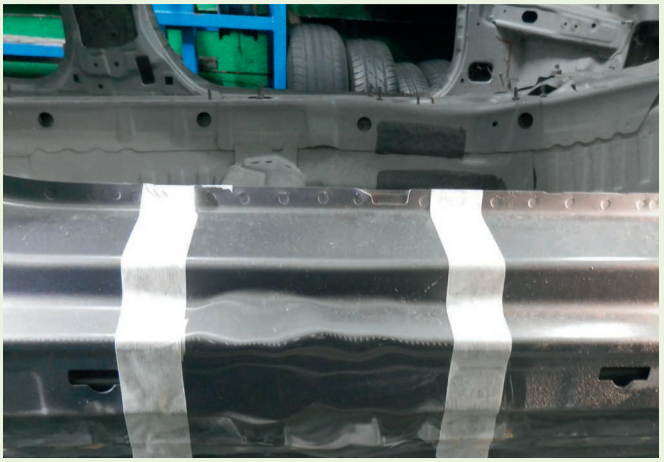
1 Marcar las líneas de corte basándose en las indicaciones del fabricante.

2 Si es preciso, instalar una manta ignífuga en el interior del vehículo para protegerlo de las posibles proyecciones de partículas.

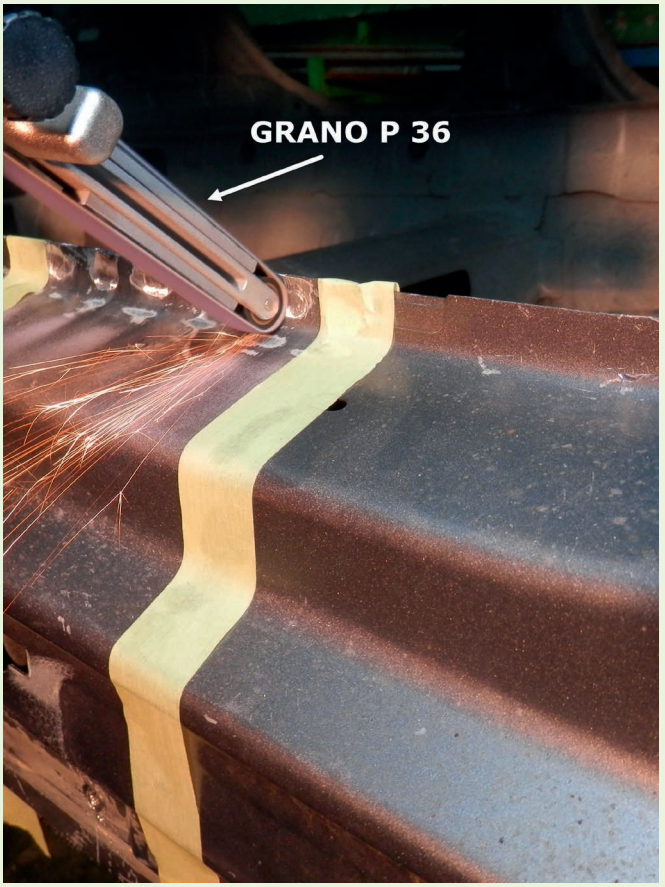
3 Ponerse los medios de protección (guantes y gafas).

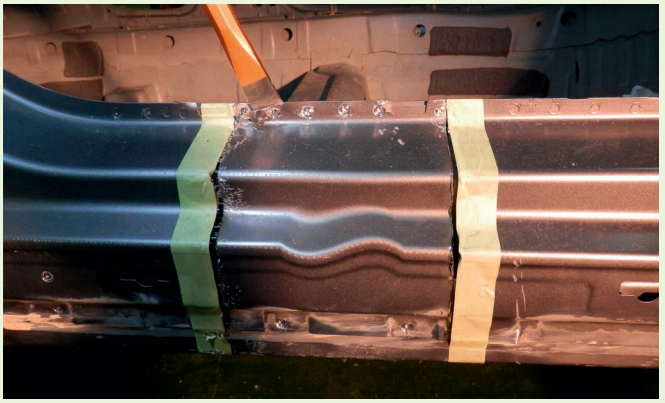
4 Localizar los puntos de soldadura eléctrica, para ello decapar las zonas de unión de la zona superior. En la zona inferior, utilizar en primer lugar un disco radial de alambre, para quitar el poliuretano (PU) o la brea de protección antigravilla.

© Ediciones Paraninfo



5 Cortar siguiendo las líneas de trazo laterales. Para ver la mejor línea se puede remarcar con cinta de enmascarar.





6 Eliminar los puntos de soldadura utilizando:

- Despuntadora, regulando correctamente la profundidad de la despuntadora para no dañar la pieza soporte, de ser necesario, realizar pruebas en chapas del mismo grosor, o ir regulando la profundidad de corte poco a poco en el primer punto, hasta conseguir el despuntado correcto.
- Lijadora de banda con una cinta P-36 e ir avanzando lentamente para no dañar la pieza soporte.

© Ediciones Paraninfo

7 Introducir un cortafrío entre las uniones de las dos piezas, para separar el armazón de la pieza soporte (la pieza que queda anclada en el vehículo).

8 Repasar con un disco abrasivo los bordes de la pieza soporte para eliminar los restos de los botones de soldadura que hayan quedado, procurando no dañar excesivamente la pieza soporte.

9 Utilizar un tas y un martillo para alinear los bordes y dejarlos planos para el ensamblaje posterior.

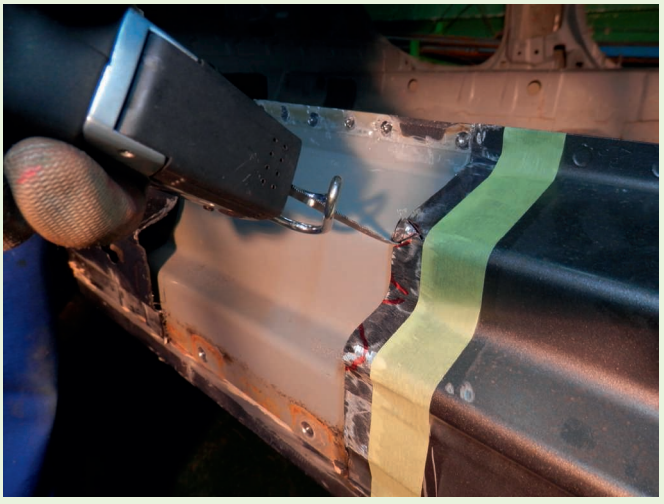
10 Colocar al filo de cada corte una cinta de enmascarar de 19 mm y medir la distancia que hay en cada extremo de la cinta. Esta distancia será la medida a la que hay que cortar la sección del nuevo armazón.

11 Presentar la sección del armazón nuevo que previamente se ha cortado a una longitud superior al corte realizado en el estribo dañado, según lo explicado en paso anterior.

© Ediciones Paraninfo

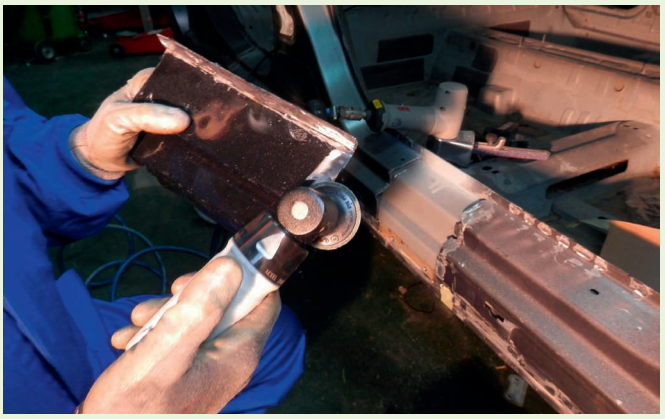
12 Verificar su correcta alineación.

13 Si es posible realizar la unión a solape, hacer unos cortes en las zonas curvas a modo de inglete y realizar un talonado con los alicates neumático o manual.



14 Si no es posible el talonado, colocar la nueva pieza sobre el estribo y realizar una nueva línea de corte, de tal forma que el corte coincida con las dimensiones del nuevo armazón para realizar la unión a tope.

15 Eliminar el tratamiento de protección anticorrosiva en todo el perímetro del armazón que se va a soldar, tanto la zona donde se va a realizar puntos de resistencia eléctrica, como la zona a soldar con MIG/MAG.



16 En las zonas donde se va a realizar la unión por puntos de soldadura eléctrica, aplicar una protección a base de pintura electrosoldable y anticorrosiva, para evitar el proceso de corrosión.

17 Presentar el armazón y sujetarlo con mordazas.

18 Verificar que se encuentra bien alineado.

19 Si todo es correcto, realizar varios puntos de soldadura y volver a comprobar su perfecto anclaje.

© Ediciones Paraninfo

20 Retirar las mordazas de presión y efectuar varios golpes con un martillo en el armazón para eliminar posibles tensiones.

21 Si el resultado es satisfactorio, terminar de soldar todo el armazón, tanto con la MIG/MAG como los puntos de resistencia eléctrica en los bordes superiores e inferiores.

22 Repasar los cordones de la soldadura utilizando un disco abrasivo.

23 Aplicar a continuación los tratamientos anticorrosivos.

A partir de este momento el proceso de reparación continúa con la preparación de la superficie, la aplicación de barnices y lacas.

PROCESO DE SUSTITUCIÓN PARCIAL DE UN PANEL DE PUERTA CON UNIONES PEGADAS

Se desarrolla a continuación el proceso de cambio parcial de un panel de puerta tal y como puede venir en un manual de reparación. El trabajo se desarrolla partiendo de la decisión previa del cambio parcial y constatando que existe despiece de recambio (Figura 12.64).

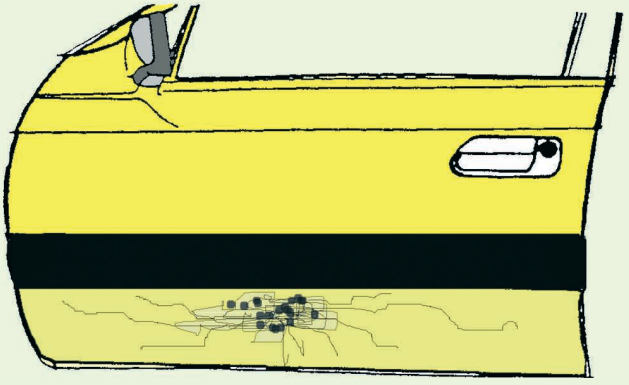


Figura 12.64.

Antes de iniciar la reparación, es necesario leer detenidamente el manual de reparación y desmontar las piezas anexas a la zona de reparación.

A continuación se debe preparar el siguiente material:

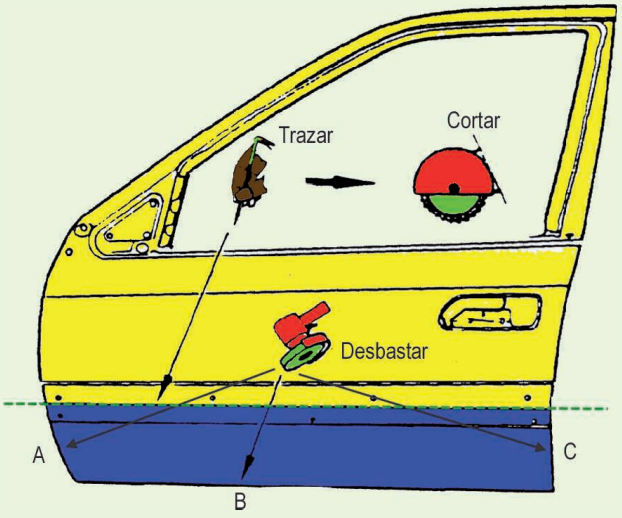
- Las herramientas.
- Los útiles.
- Los medios de protección personal.

Seguidamente se deben realizar las siguientes operaciones:

1 Desmontar la moldura de la puerta.

2 Marcar la línea de corte bajo la moldura y proceder a realizar el corte con una sierra neumática o circular.

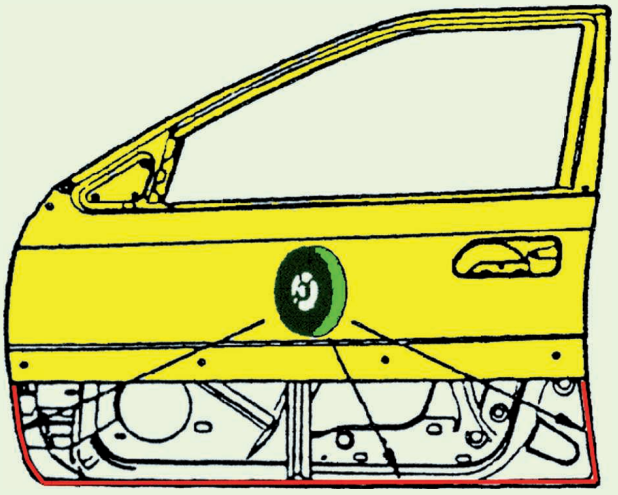
3 Con un disco abrasivo desbastar los bordes del panel a sustituir (A, B, C).



4 Desmontar la sección de panel cortado.

5 Limpiar los restos de masilla estructural que hayan quedado en los bordes.

6 Repasar los bordes con tas y martillo para dejar los bordes totalmente planos.

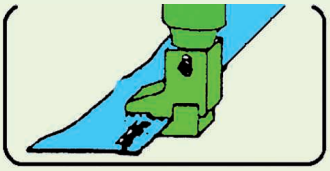


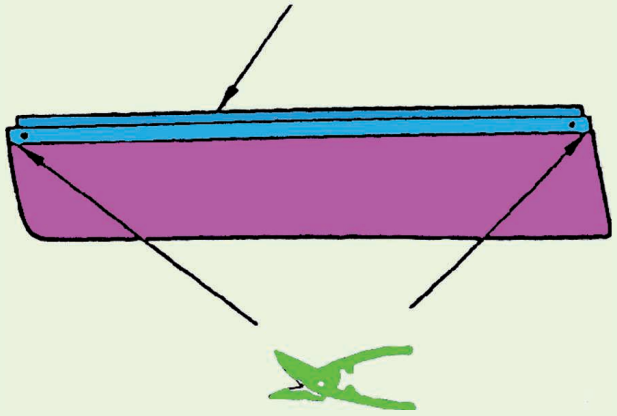
© Ediciones Paraninfo

7 En un panel de puerta nuevo, marcar y recortar la zona que se desea cambiar.

8 Realizar el talonado en la zona de unión.

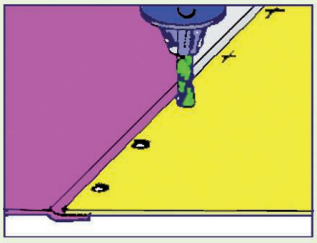
9 Recortar los extremos para su mejor acoplamiento.

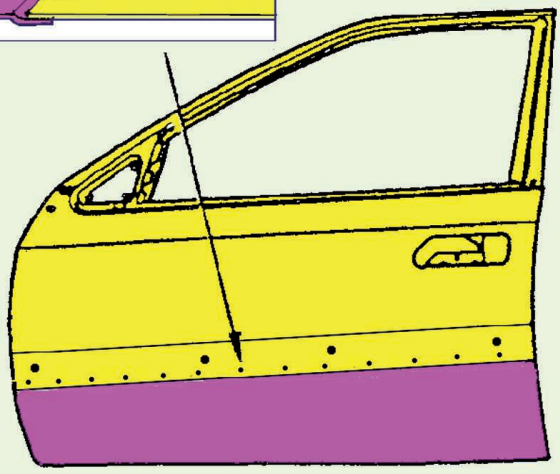




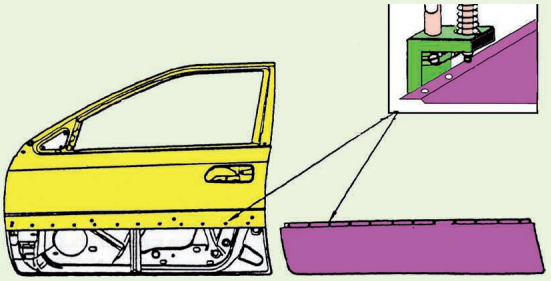
10 Presentar la sección nueva sobre la puerta, acoplarla correctamente y sujetarla con unas mordazas de presión.

11 Marcar y efectuar unos taladros del diámetro de los remaches que se vayan a poner, con una distancia entre orificios de unos 80 mm.



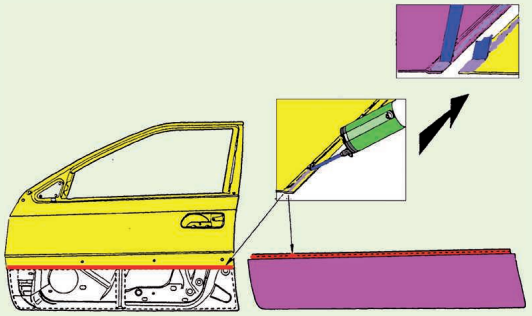


12 Desmontar la sección nueva y realizar el avellanado para el acoplamiento de las cabezas de los remaches.



13 Limpiar la zona de unión.

14 Aplicar el adhesivo en toda la superficie de unión y extenderla con una espátula de forma homogénea.



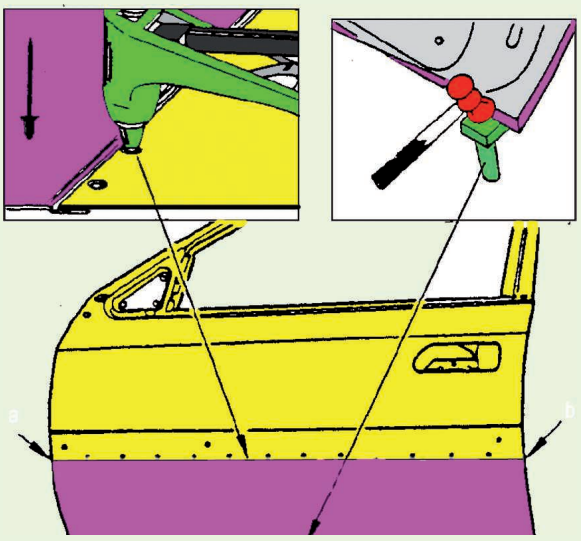
15 Montar la sección nueva en la puerta.

16 Colocar los remaches.

17 Realizar el engatillado de los bordes exteriores.

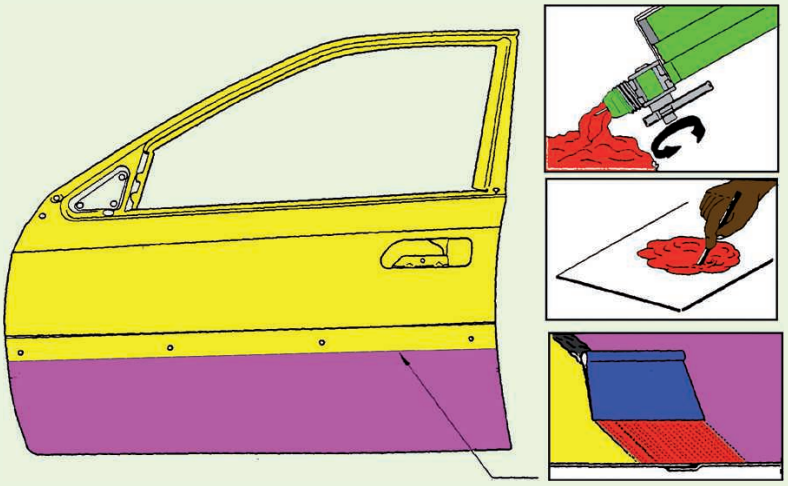
18 Dar unos puntos de soldadura con el sistema MIG/MAG en los extremos (a y b).

19 Aplicar sellador en las uniones.



© Ediciones Paraninfo

20 Preparar y aplicar la masilla en la zona ensamblada con los remaches y dejar listo para las operaciones de preparación y embellecimiento de la superficie.



PROCESO DE SUSTITUCIÓN PARCIAL DE ALETA TRASERA CON UNIONES SOLDADAS

Como ejemplo de proceso de sustitución parcial, se desarrolla a continuación la sustitución parcial de una aleta trasera derecha. El trabajo se desarrolla partiendo de la decisión previa de un cambio parcial, constatando que existe despiece de recambio.

Antes de iniciar la reparación, es necesario leer detenidamente el manual de reparación y desmontar las piezas anexas a la zona de reparación.

A continuación se debe preparar el siguiente material:

- Las herramientas.
- Los útiles.
- Los medios de protección personal.

Seguidamente se deben realizar las siguientes operaciones:

1 Marcar las líneas de corte.

2 Instalar una manta ignífuga en el interior del vehículo para protegerlo de las posibles proyecciones de partículas.

3 Colocarse los medios de protección (guantes, gafas y auriculares).

4 Decapar las zonas de unión de la ventana utilizando un disco abrasivo de nailon (Clean & Strip).

5 En la zona inferior de la aleta, utilizar en primer lugar un disco radial de alambre para quitar el poliuretano (PU) o la brea de protección antigravilla.

6 Eliminar los puntos de soldadura utilizando una despuntadora (regulando correctamente la profundidad) para no dañar la pieza soporte, o una radial pequeña.

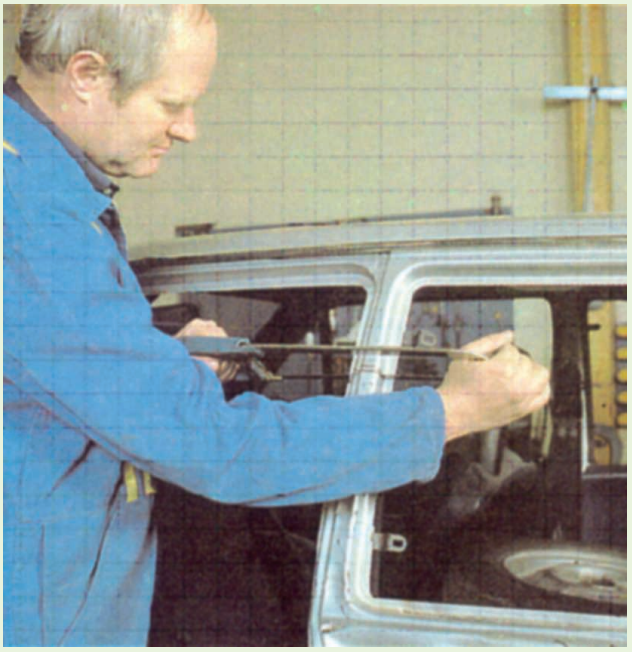
Realizar también esta operación en el borde inferior de la aleta.

© Ediciones Paraninfo

7 Introducir un cortafríos entre las uniones de las dos piezas para separar la aleta de la pieza soporte que queda anclada en el vehículo.

8 Utilizando una sierra manual o neumática, cortar la parte exterior del montante de la puerta. Se debe tener en cuenta que los montantes suelen tener refuerzos interiores que no deben ser cortados.

En estos casos la sierra manual no es muy aconsejable, es preferible la sierra neumática o circular.



9 Realizar el corte de la aleta por la línea marcada y retirar la sección de aleta que se quiere sustituir.

10 Repasar con un disco abrasivo los bordes de la pieza soporte para eliminar los restos de los botones de soldadura que hayan quedado (procurando no dañar la pieza soporte).

11 Utilizar un tas y un martillo para alinear los bordes y dejarlos planos para el ensamblaje posterior.

© Ediciones Paraninfo

12 Presentar la aleta nueva, que previamente habrá sido cortada a una dimensión mayor que la aleta retirada.

13 Verificar su correcta alineación.

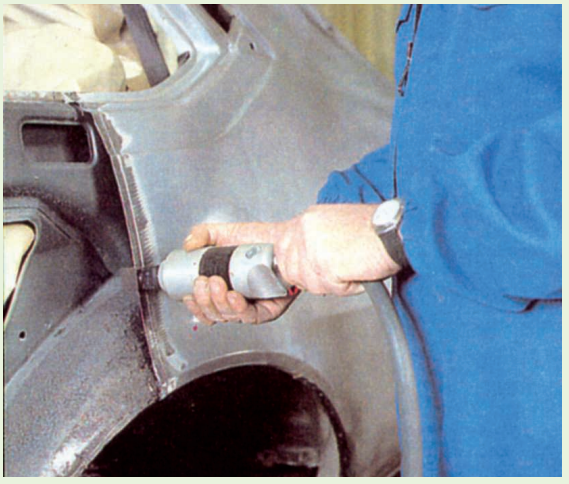
14 Marcar el borde de la aleta nueva sobre la pieza soporte.

15 Retirar la aleta nueva.

16 Partiendo de la línea marcada con la aleta nueva, agregar 10 mm más para poder hacer una unión a solape escalonado.

17 Con una sierra, cortar por las líneas realizadas, para encajar la nueva.

18 Utilizar los alicates de plegar para hacer el talonado.



19 Montar de nuevo la aleta, ajustándola correctamente y marcando el extremo del montante para realizar una unión a tope.

© Ediciones Paraninfo

20 Preparar el borde lateral para realizar la soldadura a tapón con MIG/MAG.

21 Eliminar el tratamiento de protección anticorrosivo con un disco de fibra de nailon o con una lijadora de anclaje, en todo el perímetro del armazón que se va a soldar.

22 Aplicar, en las zonas esmeriladas, una protección a base de pintura electrosoldable y anticorrosiva, para evitar el proceso de corrosión. Aplicar tanto en la pieza nueva como en la pieza soporte.

23 Montar la sección de aleta, sujetándola con mordazas.

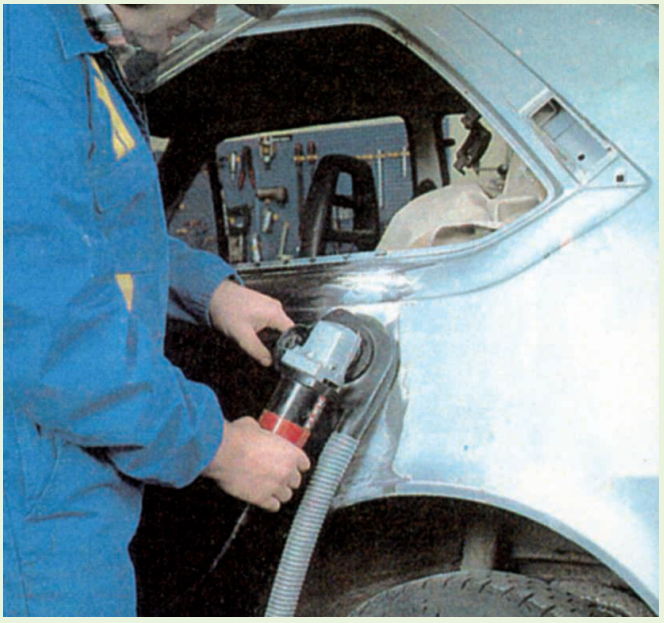
24 Verificar que las piezas se encuentran bien alineadas y que los bordes de los extremos no están solapados, ni existe mucha separación en la unión que se va a realizar a tope.

25 Si todo es correcto, realizar varios puntos de soldadura y volver a comprobar su perfecto anclaje.

26 Si el resultado es satisfactorio, retirar las mordazas de presión y terminar de soldar, efectuando varios golpes con un martillo para eliminar las posibles tensiones.

27 Repasar los cordones y los puntos de soldadura, utilizando un disco abrasivo.

Una vez realizadas estas operaciones, la reparación continúa con los procesos de preparación y embellecimiento de superficies.



© Ediciones Paraninfo

PROCESO DE SUSTITUCIÓN PARCIAL DE ALETA TRASERA DE ALUMINIO CON UNIONES REMACHADAS

Se desarrolla a continuación in ejemplo de cambio parcial de una aleta trasera de aluminio. El trabajo se desarrolla partiendo de la decisión previa del cambio parcial y constatando que existe despiece de recambio.

Antes de iniciar la reparación, es necesario leer detenidamente el manual de reparación y desmontar las piezas anexas a la zona de reparación.

A continuación se debe preparar el siguiente material y tener en cuenta algunas observaciones:

- Las herramientas.
- Los útiles.
- Los medios de protección personal.
- Proteger con una manta ignífuga el interior del vehículo
- Consultar el manual de reparaciones y observar por dónde tienen que transcurrir las líneas de corte.
- **Las hojas de sierra así como el resto de utillaje han de ser de uso exclusivo para trabajar el aluminio, para evitar posibles corrosiones por contacto.**

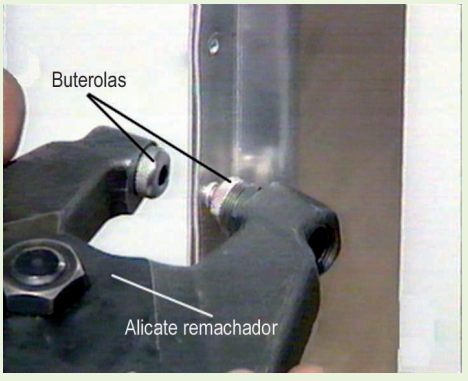
Seguidamente comenzar la reparación realizando las siguientes operaciones:

1. Marcar las líneas de corte.
2. Comenzar cortando con una sierra de carrocero (circular o de vaivén), verificando la profundidad del corte, con el fin de no dañar los elementos que se encuentran en el interior. Es aconsejable lubricar la hoja de sierra con un producto adecuado para evitar que se atasque.

3. Con un disco abrasivo, desbastar el engatillado que se encuentra en el borde del pase de rueda hasta que esté visible el adhesivo.
4. Despegar el pase de rueda y retirar el trozo de engatillado del interior.

5. Localizar las costuras soldadas del montante y eliminar la pintura con un disco de acero inoxidable (también de uso exclusivo para trabajar el aluminio).
6. Desbastar el cordón de soldadura con una amoladora.

7. En la zona remachada, eliminar la pintura con un disco de acero inoxidable para dejar visible los remaches.
8. Instalar las buterolas adecuadas en el alicate remachador y controlar su profundidad de acción.
9. Extraer los remaches procurando que no se caiga ninguno entre los huecos de los elementos para evitar futuras corrosiones de los mismos.



© Ediciones Paraninfo

10 Utilizando un cortafrío, separar la sección cortada.

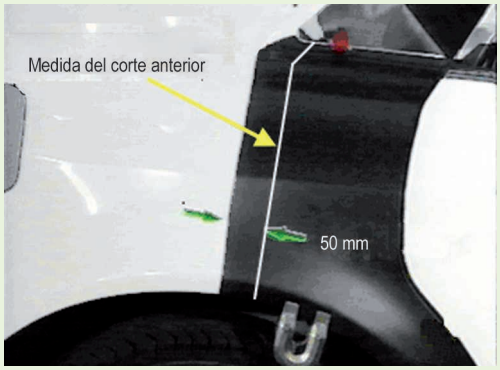
11 Alinear los bordes de la pieza de anclaje utilizando tas y martillo.

12 Eliminar los restos de adhesivos y óxido utilizando un disco de fibra.

13 Preparar la sección de la aleta nueva de forma que esté sobredimensionada unos 50 mm más que el corte realizado en la sección de la aleta que se ha desmontado.

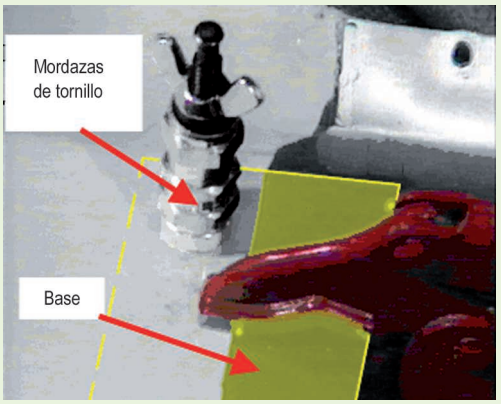
14 Montar la nueva sección, sujetándola con mordazas de presión para verificar su correcto acoplamiento.

15 Desmontar y realizar un nuevo corte en el elemento nuevo, esta vez a la medida exacta para realizar una unión a tope, excepto en la parte superior que quedará unos 2 cm solapada con la pieza anclaje.



16 Instalar, debajo del corte realizado en la aleta, el trozo de tira que sobró en el elemento nuevo, de forma que sirva de base de sujeción del elemento nuevo.

La tira se sujeta utilizando varias mordazas de tornillo.



17 Montar la sección nueva y fijarla con varias mordazas de sujeción.

18 Comprobar que se ha montado correctamente fijándose en la coincidencia de los bordes y en la separación que ha quedado entre la puerta y la aleta.

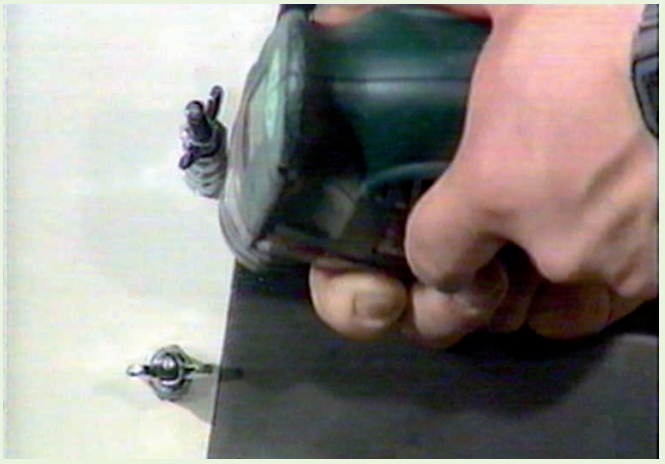
19 Marcar los puntos donde se van a realizar los taladros para montar los remaches de sujeción.

20 Realizar un primer taladro y montar unas mordazas de tornillos para evitar posibles desplazamientos.

21 Realizar la operación anterior en el estribo y en el montante.

22 Una vez que no hay posibilidad de producirse desplazamiento por las siguientes intervenciones, terminar de taladrar las demás marcas.

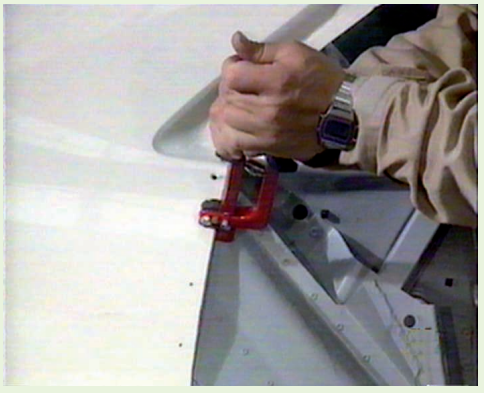
© Ediciones Paraninfo



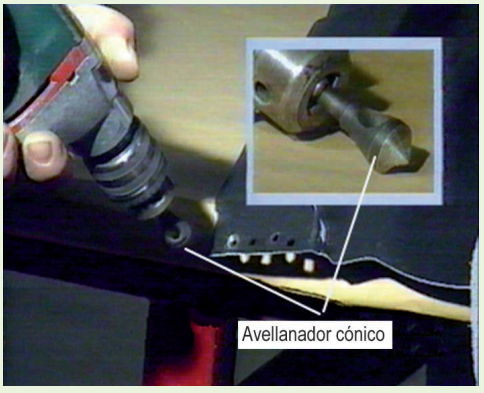
23 Desmontar la sección nueva y la tira de unión.

24 Hacer un avellanado en los taladros para que las cabezas de los remaches se alojen correctamente.

25 Comprobar que el diámetro de los remaches es el mismo que el diámetro que se realizó para los orificios de las mordazas de tornillos, en caso contrario aumentar este último. Esta operación se puede realizar con unos alicates embutidor.



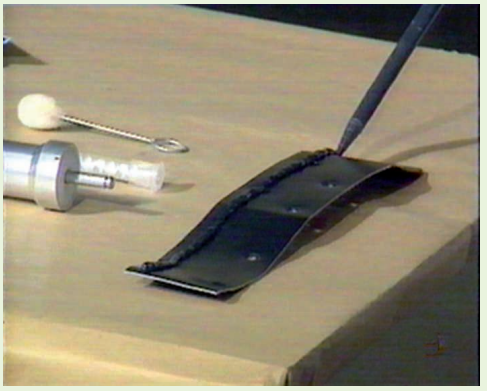
26 Si la zona donde se tiene que realizar el avellanado es poco accesible, utilizar un avellanador cónico.



27 Biselar los bordes de unión a tope para evitar la formación de bordes visibles que posteriormente tendrían que ser eliminados.

28 Desengrasar la tira de unión y aplicar el adhesivo, formando un cordón de unos 3 mm de grosor.

En la aplicación del adhesivo hay que tener en cuenta el tiempo de solidificación.

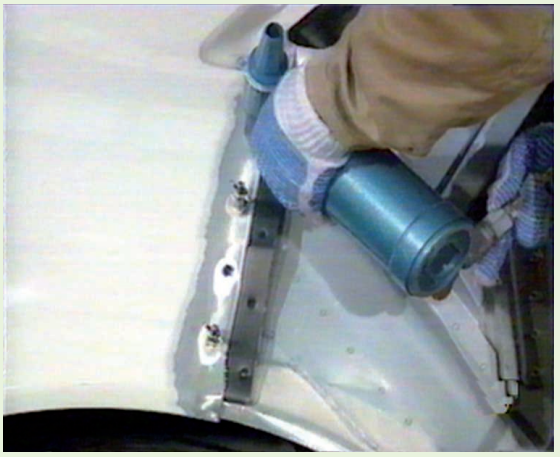


29 Montar la tira de unión sujetándola con unas mordazas de tornillo.

30 Poner los remaches en los orificios no ocupados y remachar.

31 Desmontar las mordazas de tornillos y terminar de remachar en los orificios restantes.

32 Limpiar las mordazas con diluyente para quitar los restos de adhesivos y evitar que se deterioren.



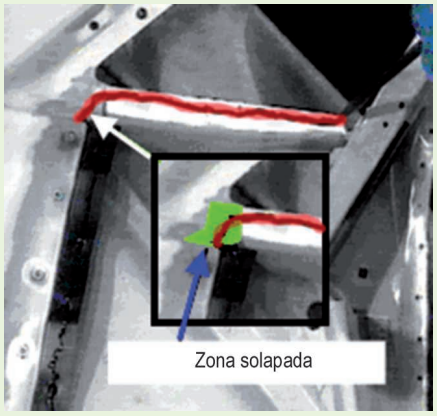
33 Preparar las zonas de unión; eliminando el posible óxido y limpiando todas las partículas de polvo.

© Ediciones Paraninfo

34 Aplicar en toda la zona de unión la imprimación que sirve de fondo al adhesivo dándole el tiempo de oreado indicado por el fabricante del producto.

35 Aplicar un cordón de adhesivo de unos 3 mm en toda la zona de unión.

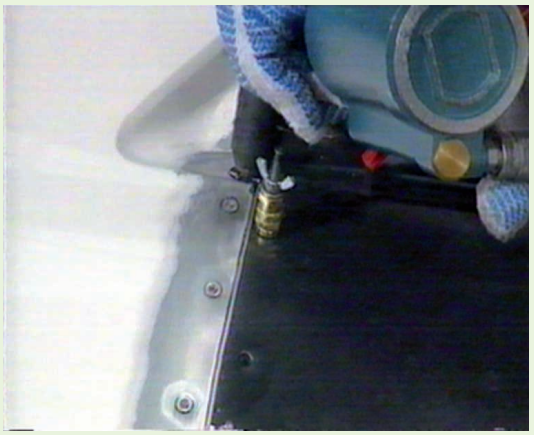
36 Realizar estas operaciones en la sección nueva, teniendo en cuenta que las piezas de recambio vienen imprimadas, solo es necesario desengrasar la zona de unión.



37 Montar la sección nueva, sujetándola con los tornillos de mordazas y las mordazas de carrocero.

38 Comprobar de nuevo su correcto anclaje.

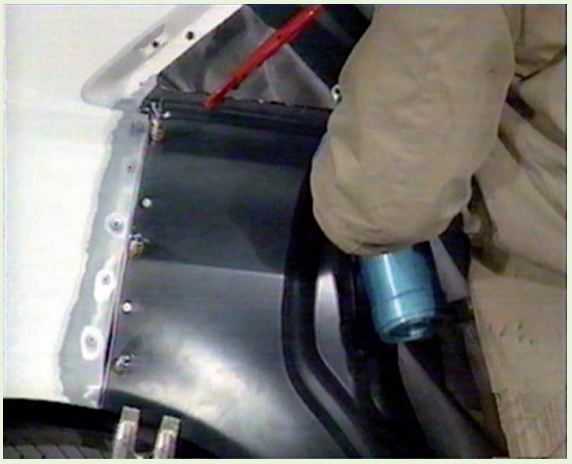
39 Poner un remache en el orificio de la sección nueva que queda solapada en la parte superior.



40 Iniciar el remachado en los orificios que no están ocupados con los tornillos de mordazas.

41 Retirar los tornillos de mordazas y poner el resto de los remaches.

42 Limpiar con diluyente los tornillos de mordazas.



En la zona de unión que se corresponde con el marco de la puerta, se utilizan remaches macizos de aluminio.

Los remaches se pondrán en los mismos orificios donde estaban los remaches originales para no realizar más orificios en la pieza de anclaje.

43 Comenzar colocando varios tornillos de mordazas para asegurar su inmovilización.

44 El remachado y embutido se realizarán a la vez utilizando la remachadora neumática con las buterolas adecuadas.

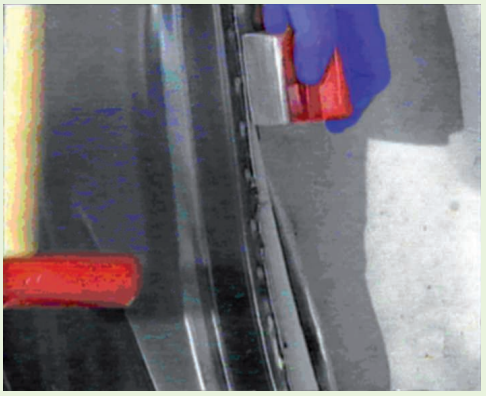
45 Limpiar con diluyente las buterolas de los restos de adhesivos.

© Ediciones Paraninfo

46 Quitar los restos de adhesivos que sobresalgan de la unión.

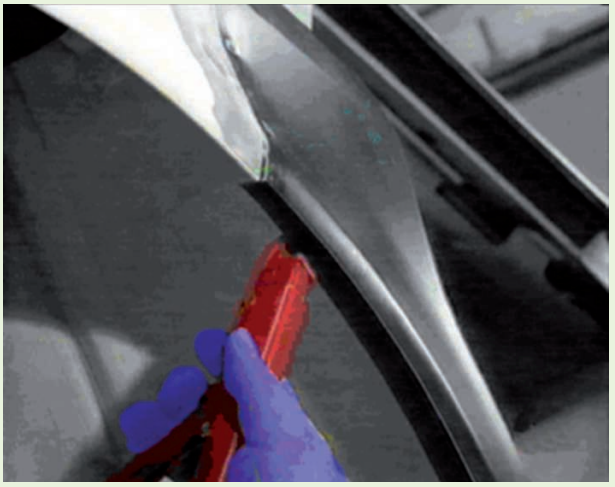
47 Enderezar las zonas deformadas.

Las dos operaciones anteriores se han de realizar antes de que se solidifique el adhesivo.



48 Aplicar el adhesivo a la zona de engatillado del pase de rueda.

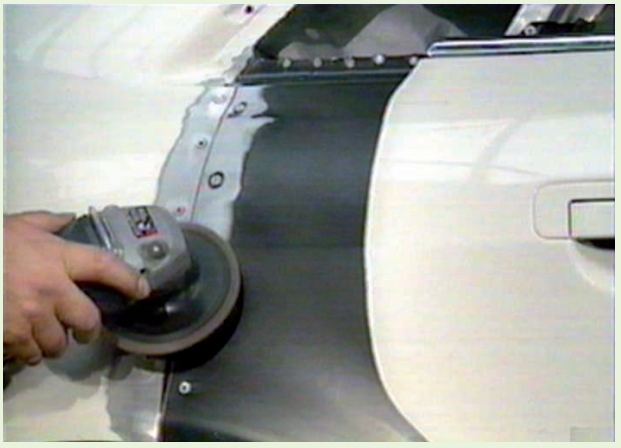
49 Comenzar el engatillado utilizando unas mordazas de carrocero para, a continuación, terminar el doblez con un martillo y tas o con unos alicates plegador.



50 Rebajar las cabezas de los remaches que sobresalgan para igualar la superficie.

51 Limpiar la zona de unión.

52 Seguir el procedimiento establecido para este material y terminar las operaciones de preparación y embellecimiento de la superficie.



PROCESO DE CAMBIO DE SECCIÓN POR VENTANA

La sección por ventana se utiliza para hacer visible un refuerzo interior que se tiene que cambiar de forma parcial. Para hacer visible este refuerzo se desmonta la parte del elemento exterior (la ventana) que una vez realizado el cambio del refuerzo se vuelve a poner.

Esta operación se utiliza, por ejemplo, para cambiar el refuerzo del «montante A» de las carrocerías de algunos modelos de Mercedes Benz (Figura 12.65).

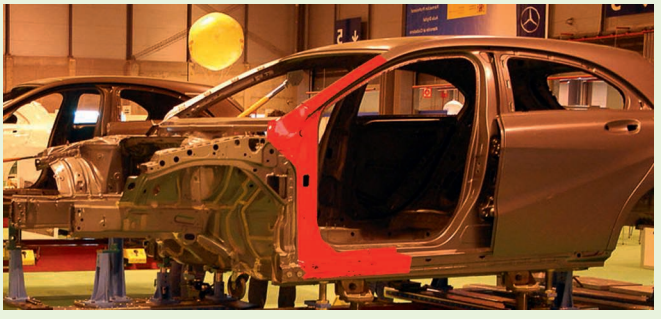


Figura 12.65. **Montante A.**

© Ediciones Paraninfo

Antes de iniciar el proceso se debe leer detenidamente el manual de reparación.

A continuación se debe preparar el siguiente material:

- Las herramientas y útiles necesarios.
- Los medios de protección personal.

Seguidamente se realizarán las siguientes operaciones:

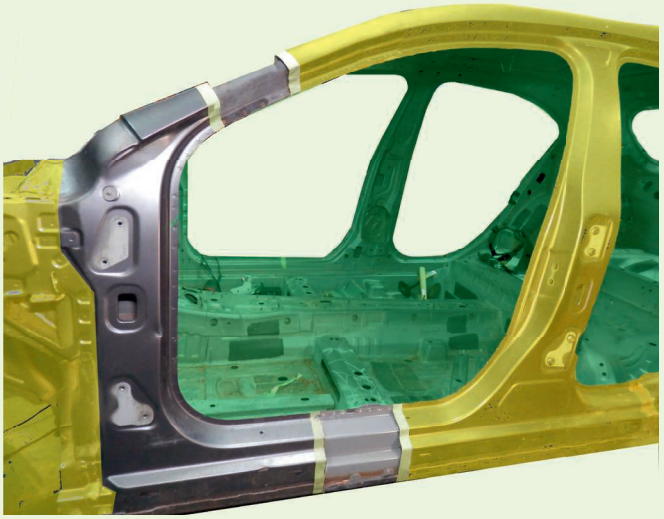
1 Trazar las líneas de corte de la ventana según el manual de reparación, partiendo del punto de referencia indicado.

2 Realizar los cortes de ambas líneas.

3 Decapar la zona de unión entre los dos cortes para localizar los puntos de soldadura que sujeta la ventana.

4 Extraer los puntos de soldadura con una despuntadora.

5 Extraer la ventana, tanto de la zona superior como de la zona inferir del pilar.



6 Trazar la línea de corte del esfuerzo superior.

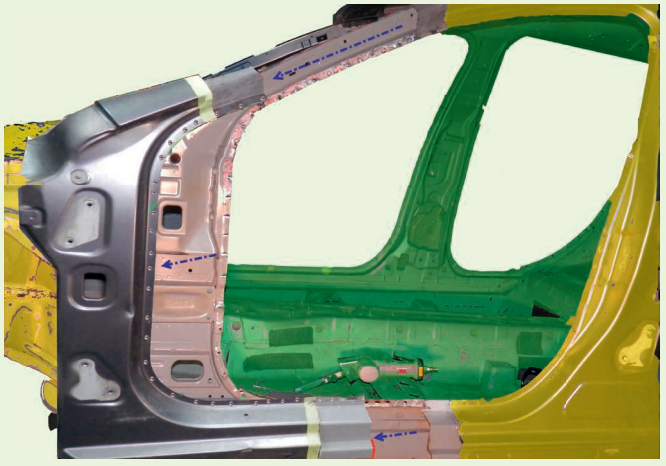
7 Trazar la línea de corte del esfuerzo inferior.

8 Realizar los cortes superior e inferior.

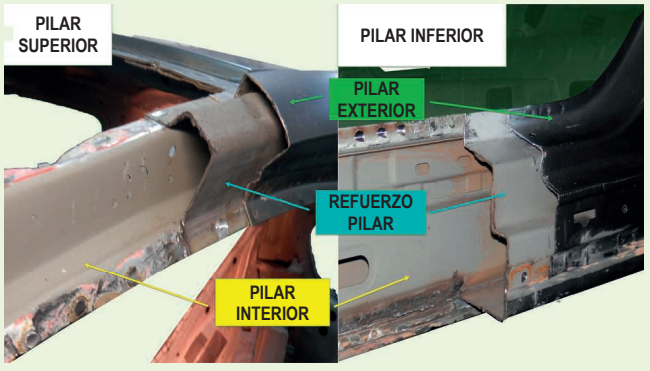
9 Verificar los puntos de soldadura existente en el resto de la pieza a cambiar y proceder a su despuntado.

© Ediciones Paraninfo

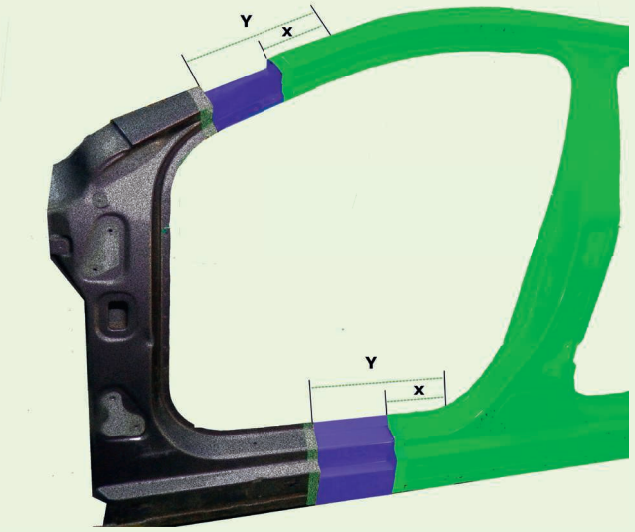
10 Extraer la pieza completa.



11 Visión de los tres componentes del pilar.



12 En la pieza nueva, trazar las líneas de corte de la ventana, partiendo del mismo punto de referencia con el objeto de que encaje perfectamente con la zona de anclaje.



13 Cortar totalmente la pieza.

14 Trazar las líneas de corte superior e inferior del refuerzo para que encaje en la zona de anclaje y proceder a su corte.

© Ediciones Paraninfo

15 Acoplar la sección del pilar nueva y verificar que las uniones son correctas.

16 Verificar que la zona de unión está bien alineada.

17 Eliminar en las zonas de unión por punto de soldadura eléctrica el tratamiento de protección anticorrosivo con un disco de fibra de nailon o con una lijadora de encaje.

18 Aplicar pintura electrosoldable en la zona de unión por puntos de resistencias eléctricas.

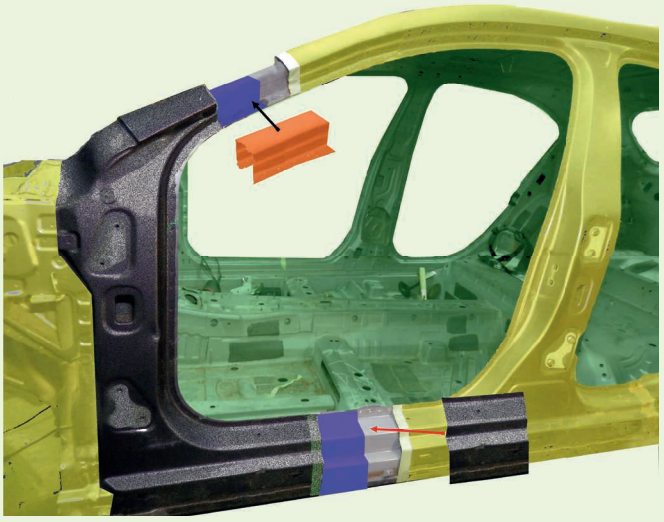
19 Proceder a la soldadura del refuerzo con MIG/MAG.

20 Proceder a la soldadura del resto de la pieza por puntos de resistencias eléctricas.

21 Eliminar en las zonas de unión de las ventanas el tratamiento de protección anticorrosivo.

22 Aplicar pintura electrosoldable en la zona de unión por puntos de resistencias eléctricas.

23 Acoplar las ventanas y proceder a su unión con los equipos de soldadura.



PROCESO DE CAMBIO PARCIAL DE UNA ALETA TRASERA SEGÚN EL MANUAL DE REPARACIÓN

En un manual de reparación, no se detalla cómo se debe proceder en cada operación de las descritas anteriormente en este libro, sino que se limita a informar sobre el orden del proceso y los lugares donde se deben hacer las operaciones, el resto, el profesional debe saber ejecutarlo.

A continuación, se expone un ejemplo del cambio parcial de una aleta trasera, según el manual de reparación:

Figura 12.66. **Sección parcial de aleta trasera.**

© Ediciones Paraninfo

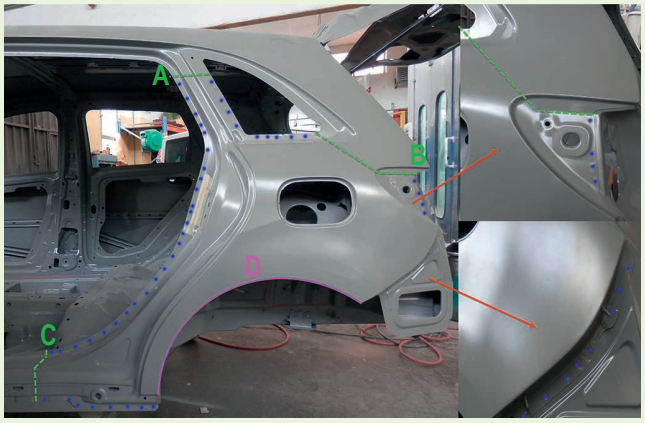


Figura 12.67. **Líneas de cortes a realizar.**

1. Marcar las líneas de corte A, B y C según la Figura 12.67.
2. No realizar los cortes muy profundos para no dañar los componentes adyacentes.
3. Eliminar la zona engatillada D de la aleta.
4. Decapar la zona soldada por puntos de resistencia para localizar su posición exacta.
5. Despuntar todos los puntos de soldadura.
6. Calentar las zonas marcadas en amarillo con la pistola de aire caliente por ser zonas pegadas con adhesivos y separar la sección de aleta cortada y despuntada (Figura 12.68).
7. Alinear los bordes y eliminar los restos de puntos de soldaduras.
8. Rectificar las zonas de unión, en el caso de unión por punto de soldadura, rectificar por ambos lados.
9. Limpiar la zona de unión, eliminando polvo y virutas residuales.
10. Aplicar pintura electrosoldable a la zona de unión por puntos de soldadura.
11. NO aplicar pintura electrosoldable en la zona que tiene que ir pegada para evitar problemas de adherencia.
12. Aplicar el tratamiento previo en las superficies pegadas.

Los tipos de uniones están representados en la Figura 12.69 según las siguientes zonas:

- Zona amarilla: pegada.
- Zona azul: soldadura por puntos de resistencias.
- Zona roja: soldadura MIG/MAG.

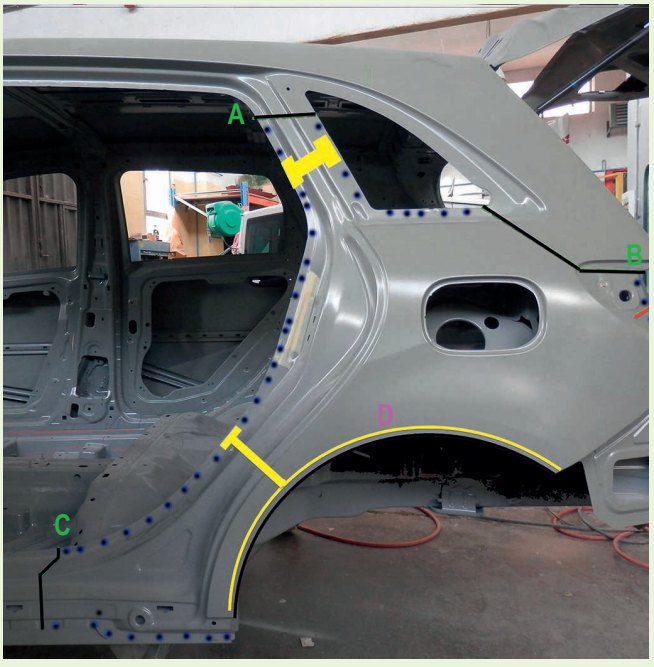


Figura 12.68. **Zona a calentar para proceder a la separación de la sección.**

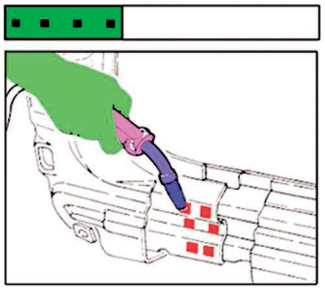
Figura 12.69. **Diferentes procesos a realizar en la unión de la sección de la aleta.**

© Ediciones Paraninfo

CUESTIONES

12.1. Indica los elementos de sustitución más usuales.

12.2. ¿Qué operación indica el siguiente dibujo?



12.3. Indica cuatro métodos distintos para realizar el corte de los elementos.

12.4. ¿Qué operación indica el siguiente dibujo?

12.5. ¿Qué cortes se pueden realizar con estas tijeras?

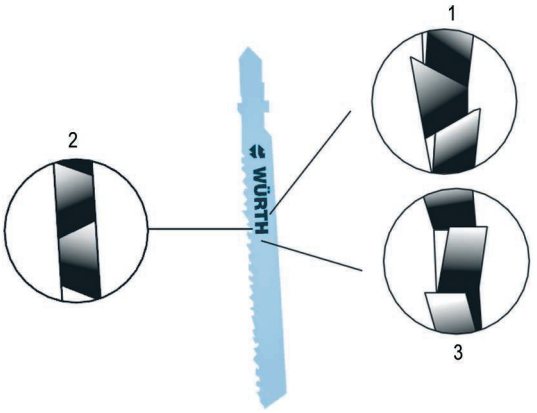
12.6. ¿Cómo se denominan estos útiles?

12.7. ¿Cuáles son los métodos de despuntados más utilizados?

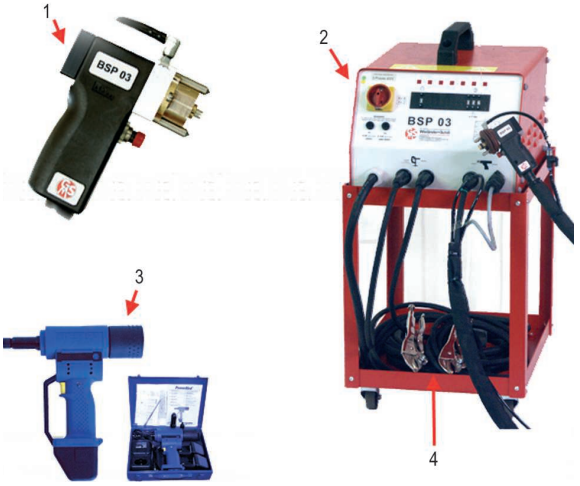
12.8. Anota tres tipos de brocas para aceros especiales.

12.9. ¿Qué es y para qué sirve el Láser Cutter LC04?

12.10. Indica los nombres de las formas geométricas de la hoja de sierra.



12.11. Indica los nombres de los elementos del equipo de extracción de remaches estampados que se muestra a continuación.



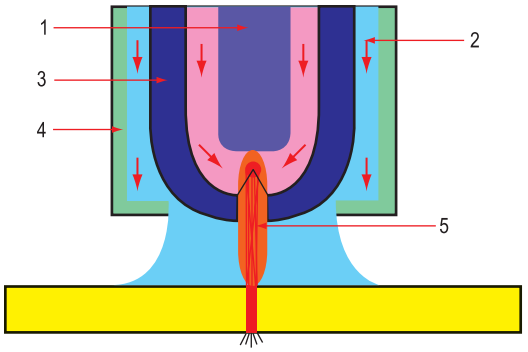
© Ediciones Paraninfo

ACTIVIDADES FINALES

Sustitución de elementos fijos

12.12. ¿Qué elementos de protección tienen las máquinas de corte por plasma?

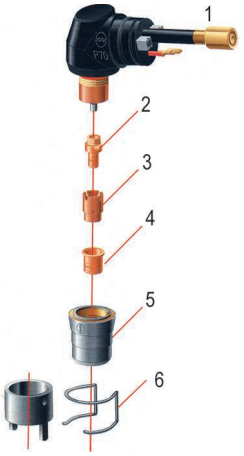
12.13. Anota los nombres de los elementos marcados del corte por plasma.



12.14. ¿Cómo se denominan los útiles de la figura?

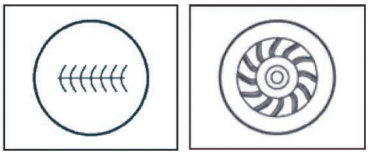
12.15. ¿Qué son las sustituciones parciales?

12.16. ¿Cómo se denominan las piezas marcadas del corte por plasma?



12.17. Indica las partes de un cortafrío.

12.18. ¿Qué representan estos pictogramas?



ACTIVIDADES PROPUESTAS

12.1. Anota el mantenimiento y la seguridad necesarios en el corte por plasma.

12.2. Anota las precauciones necesarias durante el proceso de serrado.

12.3. Realiza un inventario de las diferentes herramientas y útiles de cortar que hay en tu centro educativo.

12.4. Localiza en el manual de reparación las distintas sustituciones parciales que se pueden realizar en uno de los vehículos que hay en tu centro educativo.

© Ediciones Paraninfo